COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

PARIS. — IMPRIMERIE DE GAUTHIER-VILLARS, RUE DE SEINE-SAINT-GERMAIN, 10, PRÈS L'INSTITUT.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PUBLIÉS,

CONFORMÉMENT A UNE DÉCISION DE L'ACADÉMIE

En date du 13 Juillet 1835,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME SOIXANTE-HUITIÈME.

JANVIER — JUIN 1869.

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER,

Quai des Augustins, 55.

1869

ÉTAT DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

AU 1er JANVIER 1869.

SCIENCES MATHÉMATIQUES.

SECTION Ire. — *Géométrie.*

Messieurs :

LAMÉ (Gabriel) (O. ✵).
CHASLES (Michel) (C. ✵).
BERTRAND (Joseph-Louis-François) (O. ✵).
HERMITE (Charles) (O. ✵).
SERRET (Joseph-Alfred) (O. ✵).
BONNET (Pierre-Ossian) ✵.

SECTION II. — *Mécanique.*

Le Baron DUPIN (Charles) (G. C. ✵).
PIOBERT (Guillaume) (G. O. ✵).
MORIN (Arthur-Jules) (C. ✵).
COMBES (Charles-Pierre-Mathieu) (C. ✵).
DE SAINT-VENANT (Adhémar-Jean-Claude BARRÉ) (O. ✵).
PHILLIPS (Édouard) ✵.

SECTION III. — *Astronomie.*

MATHIEU (Claude-Louis) (C. ✵).
LIOUVILLE (Joseph) (O. ✵).
LAUGIER (Paul-Auguste-Ernest) (O. ✵).
LE VERRIER (Urbain-Jean-Joseph) (G. O. ✵).
FAYE (Hervé-Auguste-Étienne-Albans) (O. ✵).
DELAUNAY (Charles-Eugène) (O. ✵).

SECTION IV. — *Géographie et Navigation.*

DE TESSAN (Louis-Urbain DORTET) (O. ✵).
Le Contre-Amiral PARIS (François-Edmond) (C. ✵).
JURIEN DE LA GRAVIÈRE (Jean-Pierre-Edmond) (G. O. ✵).
DUPUY DE LOME (Stanislas-Charles-Henri-Laurent) (G. O. ✵).
ABBADIE (Antoine-Thomson D') ✵.
YVON VILLARCEAU (Antoine-Joseph-François) ✵.

SECTION V. — *Physique générale.*

Messieurs :

BECQUEREL (Antoine-César) (C. ✻).
BABINET (Jacques) ✻.
DUHAMEL (Jean-Marie-Constant) (O. ✻).
FIZEAU (Armand-Hippolyte-Louis) ✻.
BECQUEREL (Alexandre-Edmond) ✻.
JAMIN (Jules-Célestin) (O. ✻).

SCIENCES PHYSIQUES.

SECTION VI. — *Chimie.*

CHEVREUL (Michel-Eugène) (G. O. ✻).
REGNAULT (Henri-Victor) (C. ✻).
BALARD (Antoine-Jérôme) (C. ✻).
FREMY (Edmond) (O. ✻).
WURTZ (Charles-Adolphe) (O. ✻).
CAHOURS (Auguste-André-Thomas) (O. ✻).

SECTION VII. — *Minéralogie.*

DELAFOSSE (Gabriel) (O. ✻).
Le Vicomte D'ARCHIAC (Étienne-Jules-Adolphe DESMIER DE SAINT-SIMON) (O. ✻).
SAINTE-CLAIRE DEVILLE (Charles-Joseph) (O. ✻).
DAUBRÉE (Gabriel-Auguste) (O. ✻).
SAINTE-CLAIRE DEVILLE (Étienne-Henri) (C. ✻).
PASTEUR (Louis) (C. ✻).

SECTION VIII. — *Botanique.*

BRONGNIART (Adolphe-Théodore) (C. ✻).
TULASNE (Louis-René) ✻.
GAY (Claude) ✻.
DUCHARTRE (Pierre-Étienne-Simon) (O. ✻).
NAUDIN (Charles-Victor) ✻.
TRÉCUL (Auguste-Adolphe-Lucien) ✻.

SECTION IX. — *Économie rurale.*

Messieurs :

BOUSSINGAULT (Jean-Baptiste-Joseph-Dieudonné) (C. ✻).
PAYEN (Anselme) (C. ✻).
DECAISNE (Joseph) (O. ✻).
PELIGOT (Eugène-Melchior) (O. ✻).
Le Baron THENARD (Arnould-Paul-Edmond) ✻.
BOULEY (Henri-Marie) (O. ✻).

SECTION X. — *Anatomie et Zoologie.*

EDWARDS (Henri-Milne) (C. ✻).
COSTE (Jean-Jacques-Marie-Cyprien-Victor) ✻.
DE QUATREFAGES DE BRÉAU (Jean-Louis-Armand) (O. ✻).
LONGET (François-Achille) (C. ✻).
BLANCHARD (Charles-Émile) ✻.
ROBIN (Charles-Philippe) ✻.

SECTION XI. — *Médecine et Chirurgie.*

ANDRAL (Gabriel) (C. ✻).
BERNARD (Claude) (C. ✻).
Le Baron CLOQUET (Jules-Germain) (C. ✻).
NÉLATON (Auguste) (G. O. ✻).
LAUGIER (Stanislas) (O. ✻).
BOUILLAUD (Jean) (C. ✻).

SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

ÉLIE DE BEAUMONT (Jean-Baptiste-Armand-Louis-Léonce) (G. O. ✻), pour les Sciences Mathématiques.

DUMAS (Jean-Baptiste) (G. C. ✻), pour les Sciences Physiques.

ACADÉMICIENS LIBRES.

Messieurs :

Le Baron SÉGUIER (Armand-Pierre) (O. ✻).
BUSSY (Antoine-Alexandre-Brutus) (O. ✻).
BIENAYMÉ (Irénée-Jules) (O. ✻).
Le Maréchal VAILLANT (Jean-Baptiste-Philibert) (G. C. ✻).
DE VERNEUIL (Philippe-Édouard POULLETIER) ✻.
PASSY (Antoine-François) (C. ✻).
Le Comte JAUBERT (Hippolyte-François) (O. ✻).
ROULIN (François-Désiré) ✻.
Le Baron LARREY (Félix-Hippolyte) (C. ✻).
N. . . . .

ASSOCIÉS ÉTRANGERS.

HERSCHEL (Sir John William), à Londres, *Angleterre*.
OWEN (Richard) (O. ✻), à Londres, *Angleterre*.
EHRENBERG (Christian-Gottfried), à Berlin, *Prusse*.
Le Baron DE LIEBIG (Justus) (C. ✻), à Munich, *Bavière*.
WÖHLER (Frédéric) (O. ✻), à Göttingue, *Prusse*.
DE LA RIVE (Auguste) ✻, à Genève, *Suisse*.
MURCHISON (sir Roderick Impey) ✻, à Londres, *Angleterre*.
KUMMER (Ernest-Édouard), à Berlin, *Prusse*.

CORRESPONDANTS.

NOTA. Le règlement du 6 juin 1808 donne à chaque Section le nombre de Correspondants suivant.

SCIENCES MATHÉMATIQUES.

SECTION I^re. — *Géométrie* (6).

LE BESGUE ✻, à Bordeaux, *Gironde*.
TCHÉBYCHEF, à Saint-Pétersbourg, *Russie*.
NEUMANN, à Kœnigsberg, *Prusse*.
SYLVESTER (James-Joseph), à Woolwich, *Angleterre*.
WEIERSTRASS (Charles), à Berlin, *Prusse*.
KRONECKER (Léopold), à Berlin, *Prusse*.

Section II. — *Mécanique* (6).

Messieurs :

Burdin (O. ✻), à Clermont-Ferrand, *Puy-de-Dôme.*
Seguin aîné (Marc) (O. ✻), à Montbard, *Côte-d'Or.*
Moseley, à Londres, *Angleterre.*
Fairbairn (William) ✻, à Manchester, *Angleterre.*
Clausius (Julius-Emmanuel-Rudolf), à Wurtzbourg, *Bavière.*
N. . . . .

Section III. — *Astronomie* (16).

Airy (Biddell) ✻, à Greenwich, *Angleterre.*
Hansen, à Gotha, *Saxe Ducale.*
Santini, à Padoue, *Italie.*
Argelander, à Bonn, *Prusse.*
Hind, à Londres, *Angleterre.*
Peters, à Altona, *Prusse.*
Adams (J.-C.), à Cambridge, *Angleterre.*
Le Père Secchi (O. ✻), à Rome, *État Pontifical.*
Cayley (Arthur), à Londres, *Angleterre.*
Mac-Lear (Thomas), au Cap de Bonne-Espérance, *Colonie du Cap.*
Struve (Otto Wilhelm), à Pulkowa, *Russie.*
Plantamour (Émile), à Genève, *Suisse.*
N. . . . .
N. . . . .
N. . . . .
N. . . . .

Section IV. — *Géographie et Navigation* (8).

Le Prince Anatole de Démidoff, à Saint-Pétersbourg, *Russie.*
L'Amiral de Wrangell (Ferdinand), à Saint-Pétersbourg, *Russie.*
L'Amiral Lütke (Frédéric), à Saint-Pétersbourg, *Russie.*
De Tchihatchef (Pierre-Alexandre) (C. ✻), à Saint-Pétersbourg, *Russie.*
Richards (le Capitaine George-Henry), à Londres, *Angleterre.*
N. . . . .
N. . . . .
N. . . . .

Section V. — *Physique générale* (9).

Messieurs :

Hansteen, à Christiania, *Norvége*.
Forbes (James-David), à Édimbourg, *Écosse*.
Wheatstone ✠, à Londres, *Angleterre*.
Plateau (J.), à Gand, *Belgique*.
Magnus (Henri-Gustave), à Berlin, *Prusse*.
Weber (Wilhelm-Eduard), à Göttingue, *Prusse*.
Hirn (Gustave-Adolphe), au Logelbach, *Haut-Rhin*.
N. . . . .
N. . . . .

SCIENCES PHYSIQUES.

Section VI. — *Chimie* (9).

Bérard (O. ✠), à Montpellier, *Hérault*.
Graham, à Londres, *Angleterre*.
Bunsen (O. ✠), à Heidelberg, *Grand-Duché de Bade*.
Malaguti (O. ✠), à Rennes, *Ille-et-Vilaine*.
Hofmann, à Londres, *Angleterre*.
Favre (Pierre-Antoine) ✠, à Marseille, *Bouches-du-Rhône*.
Marignac (Jean-Charles Galissard de), à Genève, *Suisse*.
Frankland (Edward), à Londres, *Angleterre*.
N. . . . .

Section VII. — *Minéralogie* (8).

Rose (Gustave), à Berlin, *Prusse*.
D'Omalius d'Halloy (Jean-Baptiste-Julien), à Halloy, près de Ciney, *Belgique*.
Fournet ✠, à Lyon, *Rhône*.
Haidinger, à Vienne, *Autriche*.
Sedgwick, à Cambridge, *Angleterre*.
Lyell (Sir Charles), à Londres, *Angleterre*.
Damour (Augustin-Alexis) (O. ✠), à Villemoisson, *Seine-et-Oise*.
N. . . . .

SECTION VIII. — *Botanique* (10).

Messieurs :

LESTIBOUDOIS (Gaspard-Thémistocle) ✻, à Lille, *Nord.*
CANDOLLE (Alphonse DE) ✻, à Genève, *Suisse.*
SCHIMPER ✻, à Strasbourg, *Bas-Rhin.*
THURET, à Antibes, *Var.*
LECOQ (Henri) ✻, à Clermont-Ferrand, *Puy-de-Dôme.*
BRAUN (Alexandre), à Berlin, *Prusse.*
HOFMEISTER (Friedrich-Wilhelm), à Heidelberg, *Grand-Duché de Bade.*
HOOKER (Jos. Dalton), à Kew, *Angleterre.*
N. . . . .
N. . . . .

SECTION IX. — *Économie rurale* (10).

GIRARDIN (O. ✻), à Lille, *Nord.*
KUHLMANN (C. ✻), à Lille, *Nord.*
PIERRE (Isidore) ✻, à Caen, *Calvados.*
CHEVANDIER (O. ✻), à Cirey, *Meurthe.*
REISET (Jules) (O. ✻), à Écorchebœuf, *Seine-Inférieure.*
MARTINS (Charles-Frédéric) ✻, à Montpellier, *Hérault.*
Le Marquis DE VIBRAYE (Guillaume-Marie-Paul-Louis HURAULT), à Cheverny, *Loir-et-Cher.*
Le Vicomte DE VERGNETTE-LAMOTTE (Gérard-Élisabeth-Alfred), à Beaune, *Côte-d'Or.*
MARÈS (Henri-Pierre-Louis), à Montpellier, *Hérault.*
N. . . . .

SECTION X. — *Anatomie et Zoologie* (10).

QUOY (C. ✻), à Brest, *Finistère.*
AGASSIZ (O. ✻), à Cambridge, *États-Unis.*
POUCHET (O. ✻), à Rouen, *Seine-Inférieure.*
DE BAER, à Saint-Pétersbourg, *Russie.*
CARUS, à Dresde, *Saxe.*
PURKINJE, à Breslau, *Prusse.*
GERVAIS (François-Louis-Paul) ✻, à Montpellier, *Hérault.*
VAN BENEDEN (Pierre-Joseph), à Louvain, *Belgique.*
DE SIEBOLD (Charles-Théodore-Ernest), à Munich, *Bavière.*
PICTET (François-Jules), à Genève, *Suisse.*

SECTION XI. — *Médecine et Chirurgie* (8).

Messieurs :

SÉDILLOT (C. ✵), à Strasbourg, *Bas-Rhin.*
GUYON (C. ✵), à Alger, *Algérie.*
DE VIRCHOW (Rodolphe), à Berlin, *Prusse.*
BOUISSON (Étienne-Frédéric) ✵, à Montpellier, *Hérault.*
EHRMANN (Charles-Henri) (O. ✵), à Strasbourg, *Bas-Rhin.*
GINTRAC (Élie) (O. ✵), à Bordeaux, *Gironde.*
N. . . . .
N. . . . .

Commission pour administrer les propriétés et fonds particuliers de l'Académie.

CHASLES,
DECAISNE,
Et les Membres composant le Bureau.

Conservateur des Collections de l'Académie des Sciences.

BECQUEREL.

Changements survenus dans le cours de l'année 1868.

(Voir à la page 15 de ce volume.)

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 4 JANVIER 1869.

PRÉSIDENCE DE M. CLAUDE BERNARD.

RENOUVELLEMENT ANNUEL

DU BUREAU ET DE LA COMMISSION ADMINISTRATIVE.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Vice-Président, qui doit être pris, cette année, dans les Sections des Sciences Mathématiques.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 58,

M. Liouville obtient.	36	suffrages.
M. Bertrand.	14	»
M. Faye.	3	»
M. Chasles.	2	»
MM. Babinet, Fizeau, Serret, chacun. . .	1	»

M. Liouville, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé Vice-Président pour l'année 1869.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de deux Membres qui devront faire partie de la Commission centrale administrative.

MM. Chasles et **Decaisne** réunissent la majorité absolue des suffrages, et sont déclarés élus.

Conformément au Règlement, le Président sortant de fonctions doit, avant de quitter le Bureau, faire connaître à l'Académie l'état où se trouve l'impression des Recueils qu'elle publie et les changements arrivés parmi les Membres et les Correspondants de l'Académie dans le cours de l'année.

M. **Delaunay** donne à cet égard les renseignements suivants :

État de l'impression des Recueils de l'Académie au 1er janvier 1869.

Volumes publiés.

« *Mémoires de l'Académie.* — Le tome XXXVII (1re partie) a été mis en distribution en mai 1868.

» *Mémoires des Savants étrangers.* — Le tome XVIII a été mis en distribution en avril 1868.

» *Comptes rendus de l'Académie.* — Les tomes LXIV et LXV (1er et 2e semestre 1867) ont été mis en distribution avec leurs Tables.

Volumes en cours de publication.

» *Mémoires de l'Académie.* — Le tome XXXVI a soixante dix-huit feuilles tirées.

» Les 4 premières feuilles sont réservées au travail de M. Chevreul intitulé : « Mémoire sur des phénomènes d'affinités capillaires ».

» Les feuilles 5 à 10 contiennent un Mémoire du même auteur consacré à l'examen critique, au point de vue de l'histoire de la Chimie, d'un écrit alchimique intitulé : *Artefii clavis majoris sapientiæ.*

» Quatre Mémoires de M. Becquerel père :

» 1° Sur les zones d'orages à grêle dans les départements d'Eure-et-Loir et Loir-et-Cher;

» 2° Sur la distribution de la chaleur et de ses variations depuis le sol jusqu'à 36 mètres au-dessous ;

» 3° Sur les pluies;

» 4° Sur les effets chimiques produits dans les espaces capillaires,

» Occupent les feuilles 14 à 30.

» Les feuilles 31 à 57 sont réservées au Mémoire de M. Ch. Robin sur l'évolution de la notocorde des cavités des disques intervertébraux et de leur contenu gélatineux.

» Les feuilles 58 à 67 contiennent le Mémoire de M. Becquerel sur les effets chimiques.

» Les feuilles 68 à 78 renferment une partie du cinquième Mémoire du même auteur sur les phénomènes électro-capillaires. Ce travail se continue dans les feuilles 79 à 83 dont l'imprimerie a les bons à tirer.

» L'auteur a entre les mains les épreuves des feuilles 84 à 88.

» Enfin la copie en composition formera les feuilles 89 à 93.

» Le volume sera terminé par un Mémoire de M. Biot sur l'interpolation des observations physiques, dont M. Serret a bien voulu se charger de revoir les épreuves; ce Mémoire se composera de dix-sept feuilles.

» Le tome XXXVII (2e partie), contenant la suite du Mémoire de M. Regnault sur la vitesse de propagation des ondes, a vingt feuilles dont les épreuves ne sont pas revenues à l'imprimerie.

» *Mémoires des Savants étrangers.* — Le tome XX de ce Receuil doit se composer du Mémoire de M. Mannheim sur le déplacement d'une figure de forme invariable; du Mémoire de M. Tresca sur l'écoulement des solides (suite); du Mémoire de M. le Général Didion sur le tracé des roues hydrauliques à aubes courbes de M. le Général Poncelet.

» Le Mémoire de M. Mannheim est contenu dans les feuilles 1 à 10 dont l'Imprimerie Impériale a les bons à tirer.

» Toutes les figures qui doivent entrer dans le Mémoire de M. Tresca sont gravées. La composition du texte va être entreprise.

» Les planches accompagnant le Mémoire de M. le Général Didion seront bientôt achevées et les épreuves vont être revues par l'auteur.

» *Comptes rendus de l'Académie.* — Le tome LXVI (1er semestre 1868) paraîtra prochainement avec sa Table.

» Les numéros ont paru, chaque semaine, avec leur exactitude habituelle.

Changements arrivés parmi les Membres depuis le 1er janvier 1868.

Membres décédés.

» *Section de Mécanique :* **M. Foucault**, le 11 février 1868.
» *Section de Physique générale :* **M. Pouillet**, le 13 juin 1868.
» *Section de Médecine et de Chirurgie :* **M. Serres**, le 22 janvier 1868.
» *Académiciens libres :* **M. Delessert**, le 15 octobre 1868.
» *Associés étrangers :* **M. Brewster**, le 10 février 1868.

Membres élus.

» *Secrétaire perpétuel :* M. **Dumas**, le 20 janvier 1868, en remplacement de feu M. **Flourens**.

» *Section de Mécanique :* M. **de Saint-Venant**, le 20 avril 1868, en remplacement de feu M. **Poncelet**; M. **Phillips**, le 22 juin 1868, en remplacement de feu M. **Foucault**.

» *Section de Physique générale :* M. **Jamin**, le 14 décembre 1868, en remplacement de feu M. **Pouillet**.

» *Section de Chimie :* M. **Cahours**, le 11 mai 1868, en remplacement de M. **Dumas**, élu Secrétaire perpétuel.

» *Section d'Économie rurale :* M. **Bouley**, le 2 mars 1868, en remplacement de feu M. **Rayer**.

» *Section de Médecine et de Chirurgie :* M. S. **Laugier**, le 17 février 1868, en remplacement de feu M. **Velpeau**; M. **Bouillaud**, le 1er juin 1868, en remplacement de feu M. **Serres**.

» *Associés étrangers :* M. **Murchison**, le 23 mars 1868, en remplacement de feu M. **Faraday**; M. **Kummer**, le 29 juin 1868, en remplacement de feu M. D. **Brewster**.

Membres à remplacer.

» *Académiciens libres :* M. F. **Delessert**.

Changements arrivés parmi les Correspondants depuis le 1er janvier 1868.

Correspondants décédés.

» *Section de Géométrie :* M. **Plücker**, à Bonn, le 21 mai 1868.

» *Section de Physique générale :* M. **Matteucci**, à Pise, le 20 juin 1868.

» *Section de Chimie :* M. **Schœnbein**, à Bâle, le 29 août 1868.

» *Section de Botanique :* M. **de Martius**, à Munich, le 13 décembre 1868.

Correspondants élus.

» *Section de Géométrie :* M. **Weierstrass**, à Berlin, le 21 décembre 1868, en remplacement de M. **Kummer**, élu Associé étranger; M. **Kronecker**, à Berlin, le 28 décembre 1868, en remplacement de M. **Plücker**, décédé.

Correspondants à remplacer.

» *Section de Mécanique :* M. **Bernard**, à Saint-Benoît-du-Sault, décédé le 10 août 1866.

» *Section d'Astronomie :* M. **Encke**, à Berlin, décédé le... septembre 1865; M. **Smyth** (Amiral), à Londres, décédé le... septembre 1865; M. **Petit**, à Toulouse, décédé le 27 novembre 1865; M. **Valz**, à Marseille, décédé le 22 février 1867.

» *Section de Géographie et Navigation :* M. **Givry**, au Goulet (Eure), décédé le 6 mars 1867; M. **d'Abbadie**, élu Membre de l'Académie, le 22 avril 1867; M. **Dallas Bache**, à Washington, décédé le 17 février 1867.

» *Section de Physique générale :* M. **Marianini**, à Modène, décédé le 9 juin 1866; M. **Matteucci**, à Pise, décédé le 20 juin 1868.

» *Section de Chimie :* M. **Schœnbein**, à Bâle, décédé le 29 août 1868.

» *Section de Minéralogie :* M. **Murchison**, élu Associé étranger, le 23 mars 1868.

» *Section de Botanique :* M. **de Martius**, à Munich, décédé le 13 décembre 1868.

» *Section d'Économie rurale :* M. **Lindley**, à Londres, décédé le 1er novembre 1865.

» *Section de Médecine et de Chirurgie :* M. **Panizza**, à Pavie, décédé le 17 avril 1867; M. **Lawrence**, à Londres, décédé le 5 juillet 1867.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Nouvelles observations sur l'ouvrage de* M. Faugère, *intitulé : « Défense de B. Pascal, et accessoirement de Newton, Galilée, Montesquieu, etc. » ; par* M. **Chasles** (1).

I.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie un écrit que je publie sur l'ouvrage de M. Faugère.

(1) L'Académie a décidé que cette communication, bien que dépassant en étendue les limites réglementaires, serait insérée en entier au *Compte rendu*.

» Lorsque cet ouvrage fut adressé à l'Académie, j'en montrai sur-le-champ les erreurs principales, et je signalai en outre des assertions absolument fausses et des imputations inqualifiables, sur lesquelles je demandais à M. Faugère de s'expliquer. Mais dans sa Lettre à l'Académie (du 24 août), il n'a su répondre qu'à une seule chose, à savoir, qu'il existe une Lettre de M^me Perier, à la Bibliothèque de l'Arsenal : fait absolument indifférent et sans aucune portée dans la discussion; après quoi il déclare qu'il a suffisamment satisfait à la tâche qu'il s'était imposée.

» Ce refus de M. Faugère d'éclairer l'Académie, quand il est venu de lui-même lui offrir le secours de ses lumières dans une question où il se disait si compétent, témoigne assez, sans doute, de l'illusion profonde qui l'a porté à cette démarche, et de l'impuissance où il se trouve de continuer le rôle qu'il a voulu prendre, et surtout de maintenir aucun de ses raisonnements, aucune de ses assertions.

» Les erreurs dont abonde l'ouvrage de M. Faugère sont si nombreuses, que je n'ai pu les signaler toutes à l'Académie, dans les observations rapides que j'ai présentées, et qui excédaient déjà les limites accoutumées de nos *Comptes rendus*, grâce à la bienveillance de l'Académie, et à l'intérêt qui s'attache à la grande question d'histoire scientifique où se trouvent en première ligne les noms de Pascal et de Newton.

» Aussi je me suis proposé de compléter la réfutation de ces erreurs, et surtout de montrer les raisons du silence gardé par M. Faugère, et l'art avec lequel il a présenté les faits et dit la vérité.

» Tel est l'objet de l'écrit dont je dépose un exemplaire sur le Bureau, et dont je désire que l'Académie me permette de lui présenter ici la substance : ce qui tiendra lieu des éclaircissements que l'Académie était en droit d'attendre de M. Faugère.

II.

» J'ai parlé d'imputations inqualifiables. Sans rappeler ici, soit de simples expressions, soit des assertions sur lesquelles M. Faugère refuse de s'expliquer, je citerai la conception même à laquelle il s'est trouvé conduit fatalement et qui est la base unique de son système.

» M. Faugère, dans le principe, avait imaginé un simple faussaire fabricateur de cette *multitude*, de ce *nombre prodigieux de Documents*, comme il le dit, et dont le mérite avait été de me vendre *à la fois tout le produit de son industrie*, que je prenais ainsi *à ma charge*. Bientôt après, vu l'évidence de la variété des connaissances qu'aurait exigées une telle fabrication, il a ajouté qu'il ne serait pas impossible que ces Documents, *écrits de la même main*,

a-t-il dit, eussent été composés par plusieurs personnes; mais « un même
» esprit ayant présidé à leur composition; car ils s'accordent ensemble,
» comme des faux témoins qui se sont concertés pour étouffer la vérité et
» accréditer le mensonge. »

» Puis, dans son ouvrage, M. Faugère modifie son système. Il se contente d'une association de deux faussaires, dont l'un compose et l'autre écrit. Mais ce n'est pas tout cependant; car, reconnaissant son impuissance, aussi bien que celle de mes autres adversaires, et particulièrement de M. H. Martin, à produire aucune objection à laquelle mes Documents ne puissent fournir une réponse immédiate, il n'a pas reculé devant cette grave difficulté, et en a trouvé une solution aussi simple qu'ingénieuse : c'est que les Documents sont fabriqués encore journellement, même au dernier moment, pour les besoins de la discussion.

» Conception heureuse, qui atteste la pénétration inventive de mon honorable adversaire!

» La conséquence de ce système, à mon égard, est assez claire. Aussi, en en appréciant tout le mérite, je me suis borné à demander simplement à M. Faugère *s'il entendait que le faussaire était à ma disposition, ou bien s'il prévoyait de lui-même mes besoins*.

» C'est une des questions auxquelles M. Faugère refuse de répondre. Je la prends ici pour exemple de ses assertions, parce que ce système de fabrication des Documents au dernier moment pour les besoins de la discussion offre en même temps un exemple de la manière dont l'auteur fait connaître la vérité, en cachant à ses lecteurs les faits qui se rapportent à la question qu'il traite et qu'il sait être contraires à ses assertions. Car M. Faugère connaît et laisse ignorer à ses lecteurs les déclarations de nos confrères, M. Balard et M. Le Verrier, sur les Documents qu'ils ont eus entre les mains; et il n'ignore pas non plus que, parfois, la production des Documents a eu lieu le jour même où arrivait une Lettre à l'Académie, et où je courais chercher les pièces qui, un quart d'heure après, servaient à ma réponse.

» Voilà comment M. Faugère respecte et fait connaître la vérité. Je puis dire que cette idée d'une fabrication instantanée de Documents aussi nombreux, aussi variés, et d'écritures si différentes, ne le cède en rien, *aux moqueries les plus effrontées et les plus bouffonnes du faussaire aux longues oreilles*, dont je prends les œuvres *à ma charge*. (Je me sers ici des expressions mêmes de M. Faugère, p. 37 : j'ai hâte de le dire.)

III.

» Le procédé général de discussion de mon adversaire, qui est sa seule ressource dans tout le cours de son ouvrage, est de ne prendre dans chaque question qu'un seul point, qu'une seule idée, en négligeant toutes les données ou notions historiques et scientifiques qui se rapportent à la question, et en laissant ainsi ignorer les faits qui prouveraient le contraire de ce qu'il avance. On vient d'en voir un exemple : en voici d'autres.

» M. Faugère dit que ma confiance dans mes Documents n'est peut-être pas aussi complète au fond, que mes affirmations réitérées pourraient le faire supposer.

» Il est permis, sans doute, à M. Faugère comme à tout autre, de combattre l'authenticité de mes Documents; mais en quoi est-il autorisé à suspecter ma bonne foi dans mes relations avec l'Académie?

» Il se fonde sur ce que je me serais refusé à la comparaison de mes Lettres et autres pièces de Pascal avec le Manuscrit des *Pensées* de la Bibliothèque impériale.

» Eh bien, il sait le contraire. Il sait parfaitement que c'est moi-même qui, un mois avant qu'il parlât d'une enquête officielle, dans des conditions que le simple bon sens condamne comme absurdes et dérisoires, lui avais proposé cette comparaison, c'est-à-dire un examen comparatif de mes Documents avec le Manuscrit des *Pensées*.

Que M. Faugère, ai-je dit, veuille bien que nous nous rendions ensemble à la Bibliothèque impériale, il se fera accompagner par telles personnes qu'il voudra, et nous examinerons ensemble le Manuscrit des *Pensées* et mes Documents, et aussi, bien entendu, ceux que M. Faugère leur oppose. Nous nous éclairerons mutuellement. (Séance du 9 septembre 1867.)

» Pourquoi M. Faugère n'a-t-il pas accepté cette proposition? Et surtout, pourquoi n'en dit-il pas un mot, et s'expose-t-il à tromper ainsi ses lecteurs à mon égard?

» Que pense-t-il de ce procédé de discussion?

IV.

» M. Faugère déclare que mes Lettres de Galilée à Pascal sont fausses. Pour le prouver il parle de la *Machine arithmétique*, et de la question de la pesanteur de l'air, mentionnée dans ces Lettres.

» Pour la *Machine arithmétique*, il dit qu'elle n'a été *inventée* qu'en 1643, quand Pascal avait 20 ans, par la raison qu'une Lettre de Pascal au Président Seguier, à qui Pascal envoie cette Machine, est datée de 1643.

» Eh bien, M. Faugère fait abstraction sciemment du témoignage de Mme Perier qui dit que c'est à 18 ans que Pascal *inventa* sa machine, et de la Notice des *Hommes illustres*, de Perrault, d'où il résulte que c'est à l'âge de 17 ans qu'il a commencé à s'en occuper.

» C'est toujours, comme on le voit, la même manière de faire connaître la vérité.

V.

» Pour la pesanteur de l'air, M. Faugère tombe dans une erreur scientifique dont l'étude des travaux de Pascal, sur lesquels il s'est dit si compétent, aurait dû le préserver : il confond deux questions différentes, celle de la pesanteur de l'air et celle de l'*horreur du vide*.

» Il ignore que la pesanteur de l'air était connue et démontrée antérieurement à l'expérience de Torricelli, dans divers ouvrages : dans celui de Jean Rey de 1630, comme l'a fait connaître M. Chevreul ; dans les Lettres de Descartes de 1631 et années suivantes ; dans les Dialogues de Galilée de 1632, comme dans ceux de 1637 ; dans les *Questions Physiques et Mathématiques* du P. Mersenne, de 1634.

» Mais j'aurais pu me borner à citer simplement la *Biographie universelle*, car M. Biot y dit, à l'article de Torricelli, que M. Faugère a dû lire : « Galilée avait reconnu et démontré la pesanteur de l'air. »

» Pascal avait donc pu s'occuper aussi, en 1641, et même antérieurement, de la pesanteur de l'air, pour en donner de nouvelles démonstrations, et surtout en rechercher les conséquences dans l'étude et l'explication de certains phénomènes naturels.

» On trouvera en effet, dans la Correspondance de Pascal et de Galilée, d'assez nombreuses Lettres de l'un et de l'autre sur ce sujet qui se liait intimement à la recherche des lois et des conséquences de l'attraction générale (1).

---

(1) Un passage, que je dirai intéressant, de l'ouvrage de M. Faugère, fait connaître que l'illustre historien du Consulat et de l'Empire, « s'est notoirement prononcé pour la thèse » de M. Chasles, et qu'il admet comme authentiques les écrits attribués à Pascal, » que les considérations sur lesquelles il fonde son opinion se rattachent aux travaux de Pascal sur la pesanteur de la masse de l'air. « Par une conséquence ingénieusement déduite de cet » ordre de faits, dit M. Faugère, M. Thiers arrive à cette conclusion, que Pascal a dû être » naturellement *amené jusqu'au seuil* de la grande découverte de l'attraction sidérale ; et son » intuition divinatrice aurait fait le reste. » Je suis heureux de pouvoir dire que la Correspondance de Pascal et de Galilée justifiera pleinement le jugement et les vues divinatrices de l'illustre Membre de l'Académie française, annoncées ici par M. Faugère.

VI.

» Une des preuves de la fausseté de mes Lettres de Pascal, c'est que ce grand génie ne regardait pas comme démontré le mouvement de la Terre. M. Faugère l'a prouvé à deux reprises; et nonobstant la réfutation de ses raisonnements, il y persiste. Cependant il doit connaître cette phrase du Manuscrit des *Pensées :* « L'univers est une sphère infinie dont le centre est » partout et la circonférence nulle part; » il connaît, dis-je, cette phrase, sur laquelle il a pu même méditer, car il nous apprend qu'il « a lu, ou » plutôt étudié le Manuscrit page à page, ligne à ligne, syllabe à syllabe (1). » Comment dès lors n'a-t-il pas reconnu que cette phrase exprime la négation de l'immobilité de la Terre, qu'elle suffit donc pour mettre à néant tous ses raisonnements?

VII.

» Je passe à une autre question scientifique, celle de l'attraction générale.

» J'ai dit à l'Académie, dès ma première communication sur les Documents de Pascal, qu'il s'était occupé fort jeune de l'attraction, ainsi qu'on le voyait dans une Lettre qu'il adressait, en commun avec Roberval, à Fermat (le 16 août 1636).

» Voici le passage de cette Lettre qui se rapporte à l'attraction :

Nous ignorons quelle est la cause radicale qui fait que les corps pesants descendent, et quelle est l'origine de leur pesanteur. La commune opinion est que la pesanteur est une qualité qui réside dans le corps même qui tombe. — D'autres sont d'avis que la descente des corps procède de l'attraction d'un autre corps qui attire celui qui descend, comme la Terre. — Il y a une troisième opinion qui n'est pas hors de vraisemblance : que c'est une attraction mutuelle entre les corps, causée par un désir naturel que ces corps ont de s'unir ensemble.....

» Sur ce point important de la discussion, M. Faugère m'oppose deux réfutations différentes.

» La première est scientifique; c'est que, en supposant que Pascal eût écrit la Lettre, il ne s'ensuivrait pas nécessairement qu'il se fût occupé de l'attraction qui préside au mouvement des mondes, *puisqu'il s'agit seulement de la pesanteur des corps à la surface de la Terre.*

» Comment M. Faugère peut-il croire que la deuxième hypothèse et la troisième surtout ne se rapportent pas à l'attraction générale, ou, comme il

(1) *Pensées, Fragments et Lettres de B. Pascal;* Introduction, p. LXV.

le dit, à l'attraction qui préside au mouvement des mondes? Cette méprise est d'autant plus inconcevable que M. Faugère connaît le passage de l'*Encyclopédie allemande* cité par M. Volpicelli, où il est dit que l'idée émise par Pascal et Roberval contenait le germe des découvertes de Newton; ce qui avait été dit déjà, et en des termes plus forts, au sein même de l'Académie, en 1634, il y a bientôt un siècle et demi, par Fontenelle et Maupertuis. Mais M. Faugère répond simplement que l'*Encyclopédie* se trompe.

VIII.

» La deuxième objection de M. Faugère, c'est que la Lettre à Fermat n'émane pas de B. Pascal, mais bien du Président Étienne Pascal, son père. La preuve qu'il en donne est fort simple; la voici. Le volume des *OEuvres* de Fermat renferme plusieurs Lettres de Roberval, et dans une se trouve le nom du Président Pascal; il y est dit que, Roberval ayant communiqué à la réunion des savants de l'époque la méthode *De Maximis et Minimis* de Fermat, le Président Pascal donna arrest en sa faveur.

» Voilà le fait qui a paru à M. Faugère prouver que le Président Pascal a dû s'occuper de la question de l'attraction, et qu'il est donc l'auteur de la Lettre.

» Il est à remarquer que M. Faugère a dû lire au moins l'alinéa final de cette Lettre, et y voir que les deux auteurs proposent à Fermat de l'entretenir d'autres sujets mathématiques, et lui demandent de vouloir bien aussi leur faire part de ses propres découvertes.

» M. Faugère a donc pensé que c'était le Président Pascal, homme fort instruit du reste, mais dont on n'avait jamais cité aucune production mathématique, qui avait dû faire une telle proposition à Fermat.

» J'ajouterai que M. Faugère, qui a tant étudié les travaux de Pascal, devait savoir que les géomètres lui attribuaient la Lettre, et non au Président Pascal, puisque Bossut l'a insérée dans les *OEuvres* de B. Pascal, et que le savant et érudit professeur de mathématiques de Chambéry, G.-M. Raymond, l'a citée dans la *Biographie universelle*, à l'article de Pascal. Je n'invoque point ici l'autorité de Maupertuis et de Fontenelle, que M. Faugère a pu ne pas connaître.

IX.

» Après avoir traité des questions scientifiques, M. Faugère rentre dans la spécialité propre d'un esprit lettré. Il se sent sur son terrain, et orne son imagination de tous les agréments du style. Mais quelle chute il se pré-

pare! Il s'agit de la Lettre du Roi Jacques II à Newton, du 12 janvier 1689.

Cette réjouissante épître, dit-il, dans laquelle le faux Jacques II laisse plus d'une fois apparaître le bout de ses longues oreilles, est assurément une des moqueries les plus effrontées et les plus bouffonnes que le faussaire ait cru pouvoir se permettre envers M. Chasles et envers le public. Je ne crois pas me tromper en supposant que c'est un des documents qui ont été fabriqués au dernier moment pour les besoins de la discussion (p. 53).

» M. Faugère avait déjà dit de la même Lettre :

Le faussaire, ou plutôt le copiste associé par lui à son honnête besogne, s'est plusieurs fois oublié dans la mission qui lui était donnée de se conformer à l'orthographe du temps; il n'a pas toujours mis des *u* pour des *v*, ou des *o* pour des *a*. Comment la sagacité d'un savant aussi distingué que M. Chasles a-t-elle pu se laisser prendre à un piége aussi grossier (p. 17)?

» Cette phrase finale est parfaitement claire; aussi je me suis borné à demander à M. Faugère ce qu'il entendait par ces *u* et ces *o* (*Comptes rendus*, séance du 17 août). Sur son refus de répondre, alléguant qu'il a suffisamment satisfait à la tâche qu'il s'est imposée, j'ai reproduit ma demande (séance du 24 août). Et enfin j'ai dû dire sur qui retombait la leçon d'orthographe d'un critique aussi distingué que M. Faugère.

» M. Faugère ignore qu'au XVII^e siècle, comme dans le siècle précédent, les deux lettres *u* et *v* étaient employées indifféremment et simultanément dans les mots qui s'écrivent maintenant exclusivement avec le *v*; ignorance dont on peut s'étonner, car, si M. Faugère n'a pas eu souvent l'occasion de voir des pièces originales de l'époque, il a pu jeter les yeux sur les nombreux *fac-simile* de l'Isographie : par exemple, à l'occasion des Lettres du Roi Jacques, au sujet desquelles je l'avais invité à consulter l'Isographie (séances des 21 et 28 octobre 1867).

» Mais ce qui n'est pas moins singulier, c'est que les *v* que M. Faugère reproche au faussaire se trouvent, même en plus grand nombre relativement, dans la Lettre authentique qu'il m'oppose et dont il donne le *fac-simile*. Dans celle-ci se trouvent huit *v* et trois *u* seulement, et dans la première quatorze *v* et huit *u*.

» Le faussaire aurait-il voulu tendre un piége grossier, comme le dit M. Faugère, à la sagacité même de son persécuteur? Petite vengeance, peut-être un peu méritée.

X.

» J'ai dit (dans notre séance du 17 août 1868) que M. Faugère, nonobstant l'étude prolongée qu'il avait faite de l'écriture de Pascal, s'y était

trompé deux fois, d'abord au sujet d'une Lettre portant la petite signature, qu'il avait regardée comme vraie (avec raison selon moi), et qu'il déclare fausse maintenant; puis, à l'égard d'un feuillet de deux pages qu'il m'opposait l'an dernier comme authentique et qui s'est trouvé faux.

» Je ne veux pas revenir sur ces variations dans le jugement de M. Faugère; mais je désire citer le fait de la petite signature, seulement comme exemple de sa manière d'interpréter non plus mes paroles, mais les siennes, et toujours pour éclairer « ceux qui veulent connaître la vérité ».

» M. Faugère a donné, en 1844, le *fac-simile* de trois signatures de Pascal, dont une, petite et sans paraphe, était prise d'une Lettre du 11 octobre 1661, très-difficile à lire. Trouvant cette signature sur une partie de mes Documents, il a voulu la récuser, me disant simplement qu'il avait reconnu qu'elle était fausse, sans pouvoir en donner aucune raison. Il n'en donne encore aucune; mais il a imaginé une explication fort simple, que pourrait bien mettre à profit un jour le faussaire aux longues oreilles qui fonctionne pour les besoins de la discussion. Il a donné, dit-il, cette signature « en » quelque sorte *provisoirement et sauf plus ample examen.* » Cela est bien clair : *provisoirement et sauf plus ample examen.* Voilà l'affirmation laconique, mais formelle de M. Faugère. Le lecteur doit donc penser que M. Faugère avait annoncé, en 1844, ce *provisoirement* et ce *plus ample examen.* Eh bien, que l'on se reporte à l'ouvrage de 1844; on n'y trouve pas un mot de cela, et l'on y voit même le contraire; on y voit que M. Faugère n'exprime aucun doute sur l'authenticité de la Lettre; que loin de là il explique la mauvaise écriture par la maladie de Pascal, qui touchait alors au terme de sa carrière, et que si M. Faugère n'a pas publié alors cette Lettre, c'est qu'il ne l'avait pas encore déchiffrée dans son intégrité. Mais voici ses propres paroles :

Signature extraite d'une Lettre du 11 octobre 1661, qui nous a été communiquée par M. Renouard père, mais que nous n'avons pas publiée, parce qu'elle n'a pu encore être déchiffrée dans son intégrité. Il n'y a dans tout le manuscrit autographe aucune page aussi peu lisible. Pascal avait alors 38 ans 4 mois; il touchait au terme de sa carrière, et son état de maladie explique cette mauvaise écriture.

» M. Faugère regardait donc cette mauvaise écriture comme se rapportant à celle du Ms. : ce que j'ai dit aussi (séances du 26 août et du 9 septembre 1867) de l'ensemble de mes Documents, où l'écriture est très-variable, mais émane visiblement de la même main que les pages lisibles du Ms.

» Je m'arrête dans cette revue des erreurs de toute sorte de M. Faugère,

quoique je n'aie point épuisé la matière, et je passe sous silence aussi ses simples assertions, qui sont le fait le plus grave de son ouvrage et dont personne ne l'excusera.

XI.

» Si l'on s'étonne de tant d'erreurs et du silence actuel de M. Faugère, même depuis qu'il a reçu, il y a près d'un mois (le 11 décembre), l'écrit que je présente aujourd'hui à l'Académie, peut-être dira-t-il qu'il a donné lui-même l'explication de tout cela dans les premières lignes de son ouvrage, en disant qu'il « a peu de goût à lutter avec des fantômes » et « à » se trouver dans l'obligation de traiter d'une façon sérieuse les choses » qui ne le sont pas », telles que « ces chimères qui ont eu pendant près » de six mois le privilége d'occuper l'Académie des Sciences, et d'y ren- » contrer même quelques partisans », ainsi que « des croyants ou du moins » des défenseurs dans la presse dite scientifique ».

» C'est-à-dire que, si le sujet eût été d'un ordre plus élevé, plus digne et plus à la hauteur des lumières et de l'esprit de M. Faugère, il l'eût traité d'une façon plus sérieuse. Cela est possible. Mais pourquoi alors est-il venu avec tant d'empressement offrir à l'Académie le secours de ses lumières, et se dire si compétent dans la question, en invoquant les quinze mois dont il a « consacré la plus grande partie à déchiffrer et à étudier le Ms. » des *Pensées* »?

XII.

» Je me permettrai, en terminant, de donner une autre explication des nombreuses erreurs de M. Faugère. C'est, d'une part, qu'il n'y a point de rapport de sujet entre le Ms. des *Pensées* et la question d'histoire scientifique à laquelle donnaient lieu les Documents nombreux et si variés dont j'entretenais l'Académie, Documents qu'il faut étudier dans leur ensemble, et dont l'étude demande des connaissances tout à fait étrangères au Ms. des *Pensées;* et, d'autre part, qu'à l'égard même de l'état graphique des pièces attribuées à Pascal, M. Faugère ne pouvait point se dire compétent, comme il l'a cru, par la raison qu'il s'était déjà trompé une fois sur l'écriture de Pascal, et qu'il pouvait donc bien se tromper encore, ce qui effectivement est arrivé au sujet du feuillet de deux pages qu'il m'opposait avec tant de confiance l'année dernière.

» M. Faugère n'était donc nullement compétent dans la question, et pas plus au sujet des travaux de Newton et de Galilée, dont il prend la défense, que sur ceux de Pascal.

» Mais si cette incompétence explique ses nombreuses erreurs, elle n'excuse point la pensée qu'il a conçue aussitôt, de chercher à empêcher la publication de Documents que chacun, dans l'intérêt d'un jugement libre et éclairé, dans l'intérêt de la vérité enfin, devait réclamer, comme l'a fait Sir D. Brewster lui-même.

» Cette incompétence n'excuse point surtout les moyens que M. Faugère a cru pouvoir employer pour arriver à son but; ni la menace de dénoncer à la justice, comme faussaire, le possesseur des Documents qui ne lui rendrait pas compte de qui il les tient; ni son appel aux devoirs qu'impose la moralité publique, qui a fait suite aussitôt à cette menace; ni le jugement qu'il prononce sur des séries de Documents qu'il ne connaît pas et dont il n'a pas voulu prendre connaissance; ni la qualification d'*impertinentes affirmations*, qu'il donne au récit, parfaitement exact, de ses propres paroles; ni enfin sa conception d'un faussaire qui fonctionne encore journellement pour les besoins de la cause. Voilà ce dont M. Faugère ne s'excusera point.

XIII.

» Je n'ai eu pour objet, dans la présente communication, que de mettre en lumière l'esprit qui a présidé à la composition de l'ouvrage de M. Faugère, et à ses prétendues réfutations de mes Documents. Je n'ai rien dit de ces Documents eux-mêmes. Je me bornerai à ajouter que leur nombre, leur variété, et leur parfaite concordance ne laisseront aucun doute, même dans les esprits les plus prévenus, s'il en est encore, sur la certitude des faits qu'ils dévoilent, concernant notamment les travaux de Pascal et de Galilée que M. Faugère traite de chimères.

» Leur publication sera très-étendue. Je prépare deux premiers volumes. L'un renfermera des Lettres et diverses pièces de Pascal relatives principalement à Descartes. J'y joindrai des *Pensées*, bien qu'étrangères à ce sujet; ce sera en faveur de M. Faugère, qui pourra les comparer à celles qui sont si connues et qu'il a lui-même tant étudiées : je n'aurai plus alors à récuser sa compétence.

» L'autre volume contiendra un ouvrage de Galilée, dont je n'ai point eu à parler jusqu'ici, parce que je ne me suis occupé que de répondre aux objections de mes adversaires. C'est le *Traité de la régénération des couleurs selon les lois de la réflexion et réfraction*, qui se trouve mentionné dans des Lettres que j'ai eu à produire au sujet de la prétendue cécité de Galilée. J'y joindrai d'assez nombreuses Lettres qui se rapportent à ce travail d'une très-haute importance. Il me suffira de dire ici que Galilée, qui a fait, à l'in-

star de Descartes, de nombreuses expériences sur la décomposition de la lumière par le prisme, a découvert et démontré l'existence des sept couleurs simples ou primitives; puis, qu'il s'est proposé de former, avec ces couleurs combinées deux à deux, trois à trois, etc., toutes les nuances qu'offre la nature. C'est en vue surtout de l'art de la peinture, qu'il a rédigé ce petit Traité qu'il avait communiqué à plusieurs peintres des plus célèbres. »

M. le Baron Ch. Dupin demande la parole et s'exprime comme il suit :

« Je prendrai la liberté d'engager instamment notre illustre confrère M. Chasles à faire aux sciences un présent d'une valeur incomparable en publiant la riche collection de Lettres et de Documents inédits dont il est possesseur. C'est l'ensemble de ces précieux manuscrits qui répandra la lumière sur la valeur, non-seulement comparative, mais absolue, qu'on doit leur attribuer. Je suis convaincu que les objections faites en profitant de quelques communications isolées perdront tout leur poids et disparaîtront devant la concordance des preuves contraires. Peut-être qu'alors les personnes qui se sont prononcées, *à priori*, avec le plus de passion regretteront-elles de n'avoir pas attendu la publication que je sollicite au nom de l'Académie et dans l'intérêt de notre gloire nationale? »

M. Chasles s'exprime en ces termes :

« Je suis pénétré d'une profonde et respectueuse reconnaissance pour les paroles encourageantes de notre très-illustre et vénéré confrère M. Ch. Dupin. Elles témoignent de tout l'intérêt qu'il attache aux Documents qui ont été le sujet de mes communications depuis un certain temps. Elles m'imposeraient le devoir impérieux de hâter la publication de ces Documents, lors même que je n'en aurais pas annoncé l'intention irrévocable. Des occupations multipliées, et particulièrement la nécessité de répondre, comme aujourd'hui encore, à des objections et à des attaques sans cesse renouvelées, ont retardé cette publication, qui, j'espère, va se faire désormais sans entraves.

» Mais que l'on sache bien que ce retard ne m'empêche pas de communiquer ces Documents, comme je l'ai toujours fait, à tous les juges compétents qui désirent en prendre connaissance.

» Je prie l'Académie de me permettre d'entrer encore une fois dans quelques détails sur leur ensemble et sur l'origine première de ceux particulièrement qui concernent Galilée.

» J'ai déjà fait connaître à l'Académie que c'est à l'intérêt que Louis XIV a porté aux sciences et à tous ceux qui les cultivaient, en France comme à l'Étranger, et à la passion dont il s'est épris pour le grand mérite de Galilée, que l'on doit la réunion de tous les écrits de l'illustre astronome qui se trouvent entre mes mains.

» Louis XIV a entretenu, pendant tout le cours de son règne, une correspondance active avec tous les savants et littérateurs; il leur écrivait lui-même, et prenait même l'initiative auprès des étrangers dont le mérite lui était connu.

» Il conservait les minutes de toutes ses Lettres, comme souvenirs qui lui étaient agréables. Ces minutes, les Lettres qu'il recevait, celles dont il obtenait des copies, disant qu'on ne connaît bien les hommes que par leurs correspondances, et tous les documents semblables qu'il pouvait se procurer, remplissaient ce qu'il appelait ses *cassettes*.

» Sur son déclin, il confia ces cassettes à M^me de Maintenon. Il y joignit celle qu'il avait reçue du Roi Jacques II, renfermant ses propres écrits et divers papiers précieux. De nombreuses démarches furent faites auprès de M^me de Maintenon, pour avoir connaissance de telles ou telles pièces, soit de la cassette du Roi Jacques, soit de celles de Louis XIV. Elle résista à toutes les sollicitations.

» Je ferai connaître, puisque M. Ch. Dupin et M. Élie de Beaumont m'y engagent avec l'assentiment de l'Académie, quelques-unes des pièces originales qui se rapportent à ces cassettes. Ce sont ci-dessous les Documents A et B.

» Le conseiller intime de Louis XIV, dans toutes les questions scientifiques, était Boulliau, qui fut aussi son ambassadeur auprès des savants étrangers de tous les pays. On sait en effet que Boulliau avait continuellement voyagé, mais on n'a jamais dit, je crois, quel était le but de ses voyages. Il y avait une correspondance continuelle entre le Roi et son conseiller. Le Roi lui communiquait les documents qu'il recevait (1). Boulliau les rapportait. Mais, à sa mort, il en est resté un certain nombre à l'abbaye de Saint-Victor, où il s'était retiré.

» Le comte Hamilton, qui résidait à Saint-Germain auprès du Roi Jacques, obtint du prieur de Saint-Victor de faire un choix et d'emporter un bon nombre des documents laissés par Boulliau. Il les envoya à Des Maizeaux.

(1) Voir la Lettre de Louis XIV à Boulliau, du 12 juillet, citée dans notre séance du 3 août.

Ce n'est qu'environ deux ans après, que Louis XIV eut connaissance de ce fait. Il s'en plaignit au Prieur, et fit rechercher dans les papiers restants ses propres Lettres, adressées à Boulliau, celles de Galilée et diverses autres. Il reconnut qu'il en manquait un grand nombre des unes et des autres. Il s'en plaignit à Hamilton, en l'invitant sévèrement à les réintégrer. Je produis quelques pièces qui se rapportent à cet épisode (Documents C).

» D'après cela, Louis XIV eut l'idée de retirer ses Lettres adressées aux savants. Il me suffit de citer une Lettre à Jacques Cassini (Document D), dans laquelle le Roi, en lui demandant les documents qu'il avait communiqués à son père et qui devaient se trouver dans ses papiers, le prie de rechercher aussi ses propres Lettres et de les lui remettre. Il donna mission à M^me^ de Maintenon de continuer de faire rentrer ses correspondances. Cette dame eut recours à cet effet aux conseils et à l'intervention de l'abbé Bignon, ainsi qu'on le verra par une Lettre cotée E.

» Galilée avait de nombreux amis en France, à la Cour, comme parmi les savants, les littérateurs et les artistes; cela est prouvé suraboudamment par les nombreuses Lettres dont j'ai donné des extraits, au sujet de sa prétendue cécité; j'aurais pu en produire beaucoup d'autres, comme je l'ai dit, soit du même temps, soit d'époques antérieures.

» On a vu notamment (séance du 6 juillet) que saint François de Paul était intervenu auprès de la cour de Rome, en 1633, en faveur de Galilée. J'ajouterai que Saint François de Sales lui avait aussi prêté très-chaleureusement son appui, en 1615, lors de la première accusation contre le célèbre astronome, qui, grâce surtout à l'intervention puissante de la Reine Marie de Médicis auprès du Pape, s'était réduite à la condamnation prononcée contre l'ouvrage de Copernic. Saint François de Sales, à la demande de la Reine, avait adressé directement au Pape des observations sévèrement motivées. Louis XIV a désiré connaître, et même posséder, la Lettre de saint François de Sales, et a envoyé à cet effet Boulliau auprès du Pape, qui a bien voulu satisfaire à la demande du Roi. Cette Lettre offre de l'intérêt. Elle se trouvera sous le titre de Documents F, ainsi que la Lettre de Marie de Médicis à saint François de Sales, et celle de Louis XIV au Pape.

» L'intérêt général qu'inspiraient en France les grandes découvertes de Galilée et les persécutions jalouses qu'il éprouvait dans son pays explique, jusqu'à un certain point, le grand nombre de ses Lettres que Louis XIV a pu réunir : deux mille peut-être. Mais on peut se demander comment il n'existe pas de traces, dans les publications faites en Italie, de toutes ces

correspondances, ni des Lettres de Galilée, ni de celles qu'il avait reçues.

» Voici les raisons de ce fait en apparence assez singulier.

» Galilée a toujours eu beaucoup d'adversaires en Italie, de persécuteurs même, jaloux de son mérite, de ses découvertes. Sa condamnation, en 1633, par le tribunal de l'Inquisition, a été le triomphe de ses adversaires, qui en ont profité pour le rendre suspect d'hérésie, d'athéisme, et l'isoler de plus en plus de ses compatriotes. Aussi toutes ses correspondances n'ont plus eu lieu qu'avec les étrangers, avec les Français surtout, qu'il affectionnait, et envers qui il se montrait reconnaissant. Le Pape Urbain VIII, qui a été véritablement, de même que le Cardinal Bentivoglio, l'admirateur sincère et l'ami éclairé de Galilée, convenait qu'il avait plus d'amis en France qu'en Italie; et ce n'était pas à titre de reproche qu'il le disait. Toutes les correspondances de Galilée, scientifiques et littéraires, n'ont plus eu lieu qu'avec les étrangers. Et, comme on le sait, tous les étrangers de distinction, tous les peintres et artistes, les littérateurs qui se rendaient en Italie, s'empressaient de visiter à Arcetri le très-illustre Galilée, « la lumière du » monde », comme on disait alors.

» Ses compatriotes en conçurent une profonde jalousie, et c'est alors, en 1639, et non en janvier 1638, comme le veulent aujourd'hui M. H. Martin et autres, que l'on entreprit de propager cette fable de la cécité de Galilée comme punition du ciel, et qu'on eut aussi la pensée de détruire les traces de ses correspondances avec les Français.

» Galilée connut parfaitement ces dispositions et le sort réservé à ses propres écrits, à ses travaux, à ses correspondances. Aussi les visiteurs le trouvent-ils toujours occupé à écrire, à mettre ses papiers en ordre, comme on l'a vu dans plusieurs des Lettres que j'ai citées (séance du 6 juillet 1868), et, se voyant sur son déclin, il envoya en France ses correspondances avec les savants français et étrangers.

» Il envoya à M^lle^ de Gournay 300 pièces; c'étaient les Lettres qu'il avait reçues d'elle et quelques Notes y relatives; ne voulant pas, dit-il, que ces Lettres soient exposées après lui aux injures et aux dilapidations (Documents G). Dans les mêmes vues, il envoya à Rotrou 250 pièces, et au jeune Pascal 1000 pièces, comprenant ses correspondances avec divers savants français et autres, et une foule de Notes scientifiques.

» Il laissait à Viviani et à Torricelli ses manuscrits italiens.

» Viviani put retrouver quelques Lettres de savants français et en fit hommage au Roi Louis XIV. Quant aux écrits de Galilée, on sait que pour les soustraire à la spoliation ou à la destruction, il les enfouit dans un trou

en terre, et qu'ils n'ont été retrouvés que plusieurs années après sa mort (en 1739), par hasard, servant à envelopper des comestibles.

» A la mort de Galilée, les papiers qui avaient échappé à ses mesures prévoyantes furent livrés par sa compagne à son confesseur, qui (je l'ai déjà dit en réponse à M. H. Martin, en citant le Dictionnaire de Chaufepié, et j'aurais pu citer beaucoup d'autres auteurs) emporta et brûla ceux de ces papiers qu'il jugeait ne devoir point être connus. Dès lors s'est accompli le projet d'anéantissement de toutes les traces des correspondances de Galilée avec les Français.

» En même temps, sous prétexte de réunir et de publier toutes les œuvres de l'illustre astronome, on s'est mis en quête de ses papiers envoyés en France et l'on s'est adressé à Pascal. Le cardinal Bentivoglio avait eu la bonne pensée de le prévenir de ces démarches et de l'engager à être sur ses gardes. Aussi il refusa la communication qu'on lui demandait (Documents H). Mais malheureusement plus tard, Pascal, dans son aveugle confiance, et croyant remplir les intentions de Galilée qui avait voulu que ses propres découvertes servissent aux progrès ultérieurs de la science, les livra naïvement à qui a voulu s'en servir.

» Toutefois, des documents importants recherchés avec soin par M^{me} Perier, puis par l'abbé Perier, à la sollicitation de Louis XIV, se sont retrouvés, notamment une partie de la correspondance de Galilée avec le Président Etienne Pascal, ainsi que les instructions que celui-ci écrivait pour son jeune fils.

» Je m'arrête, car je crains d'abuser trop longtemps de l'extrême bienveillance de l'Académie. »

Documents A.

Louis XIV à Madame de Maintenon.

Madame, je me sens souffrant; et dans la crainte que la fin de ma vie soit proche, je veux vous confier une cassette contenant des papiers qui ne sont point papiers d'État, mais de mon privé particulier. Ce sont mes relations avec plusieurs savans dans les sciences et dans les lettres. Ce sont ou les minutes de mes lettres à eux escrites, ou celles que eux-mesmes m'escrivoient en particulier comme vous le scavez, car déjà maintesfois je vous en ay donné connoissance. Je ne veux confier cette cassette qu'à vous seule, Madame, pource que je scay qu'elle ne peut estre en meilleures et plus sures mains. Je veux donc vous en faire la dépositaire. Venez donc me trouver au plustost, car j'ay maintes autres choses de particulier à vous confier, et qui vous intéresse. Ce 20 aoust 1715. Louis.

A Madame de Maintenon.

Madame, au nombre des escrits que renferme la cassette que je vous ay remis comme contenant des brouillons et minutes de lettres particulieres, et que je n'ay pas jugé à propos de detruire, pource que cela me rappelle des souvenirs, et j'ayme les vieux souvenirs; au nombre de ces escrits, dis-je, se trouve un bon nombre de fragmens de Lettres à mon fils, contenant mes avis, mes conseils que je jugeois à propos luy donner pour se bien conduire dans la vie et sur le trosne, si jamais Dieu luy eut permis d'y monter. Je desir bien ardemment que ces escrits soient respectés, comme vous n'en devez pas douter; non pource que je les croyois parfaitement escrits. Non; car ce ne sont que des idées, des réflexions jettées cà et là sur le papier. Mais c'est pource que j'ayme me reporter au moment où je les escrivois. J'ayme, comme je vous l'ay deja dit maintes fois, les vieux souvenirs. Mercredy matin.

Louis.

Madame, vous scavez que le Roy Jacques d'Angleterre, qui estoit lettré, occupoit ses loisirs à Saint-Germain à escrire non seulement ses memoires, mais aussy à différens autres genres de littérature, dont il me faisoit part, comme moy je luy faisois part de mes réflexions et de mes sentimens. Il m'a faire remettre avant que de mourir une cassette renfermant ses escrits. Ce sont les minutes ou brouillons de ses dits mémoires et autres escrits, et au nombre desquels se trouve aussy sa correspondance. Vous comprenez que cette cassette m'a esté confiée comme un témoignage d'amitié. Comme je ne voudrois pas qu'elle tombât à mon décès entre des mains impies ou de personnes qui n'auroient pas pour ces escrits tout le respect convenable, j'ay pensé les mettre entre vos mains, sachant qu'ils ne pourroient n'y estre que respectés, avec recommandation de la placer près de la mienne que deja je vous ay confiée. C'est vous dire assez, madame, l'intérêt que j'y attache, et la confiance que j'ay en vous. Ce 25 aoust 1715.

Louis.

Madame, je me sens très souffrant ce matin; je desir vous voir sans faute, et aujourd'huy mesme. J'ay diverses recommandations particulières à vous faire au sujet des deux cassettes que je vous ay confiées, renfermant mes escrits particuliers, et que je ne puis dire qu'à vous seule. Venez donc, je vous attends avec le porteur de ce billet, si vous le pouvez. Le 28 aoust.

Louis.

A Madame de Maintenon.

Documents B.

Le comte d'Hamilton à Madame de Maintenon.

Ce 22 mars 1718.

Madame,

Je n'ignore pas que Sa très illustre majesté le feu Roy Louis XIV avoit des liaisons secretes avec leurs majestés d'Angleterre, les Rois Charles II et Jacques; et que cela a donné lieu à un grand nombre de lettres, dont plusieurs m'ont passé entre les mains comme confident discret du Roy Jacques et de son frère. Je n'ignore pas non plus que Sa Majesté Louis XIV conservoit avec un soin tout particulier les minutes de tout ce qu'il écrivoit, et que vous estiez la Confidente de tous ses secrets, et que partant vous devez scavoir ce que sont devenues ces lettres secretes des Rois, dont sans nul doute vous avez eu connoissance. Seroit-ce une indiscrétion de ma part, Madame, que de vous demander quelques renseigne-

ments à ce sujet, ou de scavoir en quelles mains elles se trouvent maintenant. Ce seroit me faire un bien grand plaisir, duquel je vous garderay un éternel souvenir. En attendant l'honneur de votre reponse, soyez assurée que je suis avec un profond respect,

Madame,

Vostre très humble et très obéissant serviteur.

A madame la marquise de Maintenon. ANTH. D'HAMILTON.

Madame de Maintenon au comte d'Hamilton.

Ce 24 mars 1718.

Monsieur,

Il est vray que le feu Roy Louis XIV a eu des liaisons secretes avec les Rois Charles II et Jacques II d'Angleterre. Il est vray aussy que j'ay eu connaissance de ces relations et que sa majesté m'a fait confidence plusieurs fois des lettres relatives a ces liaisons. Mais peu de tems avant sa mort, sa dite majesté à confié la cassette renfermant ces lettres avec les minutes des siennes relatives à la mesme affaire, a une personne discrete a laquelle il a esté recommandé de n'ouvrir cette cassette que dix ans après sa mort. Il est vray que je cognois cette personne entre les mains de laquelle est cette cassette. Mais vous devez comprendre, Monsieur, que ce seroit de ma part une indiscrétion que de la nommer, et je ne le feray pas, seroit-ce même par l'ordre de monseigneur le Regent. Or donc, monsieur, je ne puis vous en appendre davantage. Je n'en suis pas moins avec un profond respect,

Monsieur,

Vostre très humble servante,

A monsieur le Comte d'Hamilton. MAINTENON.

Madame de Maintenon à Madame de Bolingbroke.

Ma chère nièce, j'ay dit et je le repette jamais les lettres du feu Roy Louis le grand ne sortiront de mes mains. C'est un dépôt sacré pour moy. Le Roy mesme et monseigneur le régent ne scauroient m'y contraindre, pource que ces lettres sont particulieres et non affaires d'Estat. Plusieurs personnes déjà ont fait ces mesmes démarches près de moy, et elles ont esté vaines. Cest vous dire assez, ma chère nièce, quil en sera de mesme de toutes celles qui seront faites dorénavant, n'importe par qui; vous pouvez en assurer M. le comte de Bolingbroke, que c'est peine inutile d'insister davantage. Ma résolution sur cela est bien arrestée définitivement. Je n'en suis pas moins, ma chère nièce, vostre tante. MAINTENON.

Ce 8 mars.

Madame de Maintenon au vicomte de Bolingbroke.

Ce 14 mars 1719.

Monsieur,

Ce que vous a dit monsieur le Comte d'Hamilton est la vérité. Le feu Roy Jacques II d'Angleterre quelques tems avant son trépas, a remis à sa Majesté Louis le grand tous ses escrits renfermés dans une cassette. Ce sont des lettres, des brouillons, des notes, etc. Il y a pour le moins 300 pièces, je n'en doute ; et ces documents sont en effet aujourd'huy entre mes mains. Ils m'ont esté remis par sa majesté le grand Roy, que la france pleure avec raison. Et

en me les confiant il me les a recommandés comme des objets précieux. Je luy en fist la promesse et je la tiendray. Je ne puis donc, monsieur, vous donner communication de ces escrits pas plus que de ceux du Roi Louis le grand que vous m'avez aussy tesmoigné le desir de connoistre, estant m'avez vous dit grand admirateur de son style laconique. Le fait est que quoique son éducation première ne fut pas soignée, qu'il estoit parvenu à scavoir mille choses qu'un souverain doit connoistre, et cela par la lecture et ses entretiens avec tous les scavans. Vous n'ignorez pas sans doute combien il les avoit tous en estime; et souvent il leur escrivoit pour estre renseigné sur toutes choses. Quant à son style, à sa manière d'escrire, il est beaucoup qui n'égale pas celle de cet auguste monarque. Nous en avons une preuve dans la lettre quil fist l'honneur descrire au prince de Marcillac en luy donnant la charge de grand maistre de la garde robe. « Je me réjouis avec vous comme vostre amy, du présent que je vous fais comme vostre maitre. » Un souverain peut-il parler à son sujet avec plus de bonté et avec plus de dignité tout ensemble. C'est à mon grand regret, monsieur, que je ne puis vous communiquer ces documents qui sont en lieu sur. Je n'en suis pas moins vostre bien affectionnée. MAINTENON.

A M. le vicomte de Bolingbroke.

Louis XIV à la Reine Anne.

Madame ma sœur, il est vray que feu sa Majesté le Roy Jacques, vostre auguste père, m'a fait don dune cassette renfermant ses nombreux escrits, avec recommandation pour certains de ne les confier à qui que ce soit avant dix ans. Or j'en ay fait la promesse à laquelle je ne faibliray pas, daignez bien le croire. Ce sont là, madame ma sœur, les raisons pourquoy je n'ay point obtempéré à la demande de Vostre majesté, et à mon grand regret, daignez bien le croire; mais nous devons respecter la volonté des personnes qui ne sont plus. Sur ce, madame ma sœur, je prie Dieu vous avoir en ses bonnes et saintes graces. LOUIS.

Ce 22 may.

A sa Majesté la Reine de la grande Bretagne.

Bolingbroke au comte d'Hamilton.

Monsieur le Comte,

J'ay fait les démarches que j'avois cru faire auprès de madame la marquise de Maintenon pour obtenir communication de la cassette renfermant les escrits du feu Roy Jacques dont elle est aujourd'hui dépositaire. Je n'ay pu être assez heureux pour l'obtenir. Elle a seulement consenti à me communiquer chez elle quelques lettres et entr'autres celle que le Roy Jacques escrivit au Roy de france après l'affaire de la Hogue en 1692. Mais elle ne m'a mesme pas permis d'en prendre une copie. Cette lettre estoit conservée comme un document fort précieux par Sa M. Louis le grand, et elle est devenue comme une relique entre les mains de madame de Maintenon. Or donc veuillez prévenir vos amis d'Angleterre qu'on ne peut espérer pour le moment d'obtenir ces documents. Il faudra attendre une occasion plus propice et savoir la saisir. Sur ce sujet je suis avec un profond respect,

Monsieur le Comte,

votre très humble et très affectionné serviteur,

Ce 8 juin 1719. V[te] DE BOLINGBROKE.

A monsieur le C. d'Hamilton.

Documents C.

Louis XIV au prieur de Saint-Victor.

Monsieur le Prieur, j'ay appris par un hazard tout particulier, et cela a mon grand déplaisir, que vous aviez remis au Comte d'Hamilton bon nombre des papiers qui ont esté transportés en vostre abbaye et delaissés par le Reverend père Boulliau qui fust un de vos pensionnaires et qui y mourut il y a environ deux ans. Cela a lieu de m'offusquer singulièrement d'autant plus que le Reverend père Boulliau étoit un de mes conseillers particuliers a qui j'ay escrit maintes fois, et j'apprehende qu'au nombre des papiers par vous remis au Comte d'Hamilton et quil a envoyés m'a-t-on dit en Angleterre se trouve quelques unes de mes lettres. Je vous prie de faire rechercher avec soin parmy les papiers qui vous restent encore toutes mes lettres qui peuvent sy trouver et de me les remettre. J'attends de vous cette équité et complaisance. Ce 20 décembre 1696. Louis.

Au R. P. Prieur de l'abbaye de Saint-Victor.

Louis XIV au comte d'Hamilton.

Mardy.

Monsieur, J'ay appris quil vous avoit esté permis par monsieur le Prieur de Saint Victor, de rechercher parmy la Correspondance du révérend Père Boulliau certaines pièces qui pouvoient vous estre agréables; et qu'en effet vous en aviez mesme trouvé un assez bon nombre qu'on vous a permis d'enlever. Je ne scay jusqu'à quel point monsieur le Prieur pouvoit prendre sur luy cette autorité: dans tous les cas la chose est faite, il ny a plus guère à y revenir, quoy quil en soit; et c'est à vostre équité que je fais appel. Je désirerois scavoir si au nombre des documents que vous a permis de prendre ce prieur ne se trouvoient point des lettres de moy au révérend Père Boulliau, pourcequ'il en est un certain nombre qu'on ne retrouve pas, et que je scay fort bien avoir escrites. Je ne suppose pas que le père Boulliau les ait détruite. Je présuppose plustost que vous les aurez comprises dans le lot que vous avez choisy. J'attens de vous une réponse à ce sujet. Sur ce, monsieur, je prie Dieu vous avoir en ses graces. Louis.

A mons^r Hamilton.

Monsieur d'hamilton, dans la concession que vous a fait monsieur le Prieur de Saint Victor d'un certain nombre de lettres faisant partie de la Correspondance du Reverend père Boulliau avec ses amis, non-seulement il doit s'en trouver un assez grand nombre par moy escrites à ce scavant, et que je tiens à retrouver, mais il en est d'autres aussy auxquelles je tiendrois. ce sont celles qui luy furent adressées par Galilée luy mesme. Sur cela je fais appel à vostre conscience et à la promesse que vous me fistes l'autre jour de faire tout ce qui dépendroit de vous pour que ces lettres vous soient retournées. j'attens donc ce retour avec grande impatience. Sur ce, monsieur d'hamilton, je prie Dieu vous avoir en ses bonnes graces.

Louis.

Vendredy.

Monsieur le Comte, Je désirerois bien vous voir et m'entretenir avec vous au sujet des lettres par vous choisies dans les papiers de feu le Révérend père Boulliau à Saint victor. Je

me rappelle avoir communiqué à ce Révérend père, qui fut pour moy un bon Conseiller en ces sortes de choses, je me rappelle, dis-je, luy avoir communiqué un bon nombre de lettres à moy adressées, pour qu'il en ait connaissance. Il avoit soin de me les retourner; mais pourtant lorsquil mourut il lui restoit encore un bon nombre de ces lettres entre les mains, qu'on n'a pas retrouvé, comme déjà je vous l'ay dit. et il est vray que vous m'en avez fait retrouver plusieurs qui vous ont esté retournées. mais toutes ne sont pas revenues encore : et de plus c'est qu'en examinant les lettres que vous m'avez retournées, j'ay cru remarquer que quelques unes n'estoient que des copies ou extraits. Je désirerois bien scavoir de vous si c'est ainsy que vous les aviez trouvées à Saint victor. venez donc pour nous entretenir à ce sujet. Sur ce, monsieur le Comte, je prie Dieu vous avoir en ses graces.

Louis.

à mr le Comte d'hamilton.

Monsieur d'Hamilton, il me semble que la personne à qui vous avez envoyé mes lettres trouvées parmy les escrits du R. P. Boulliau met beaucoup de tems à vous les retourner. Veuillez donc l'activer, s'il vous plaist, car je tiens extrêmement à ce que ces lettres me soient rendues, ainsy que toutes celles dont je vous ay parlé. Je n'entends pas qu'elles restent davantage dans les mains estrangères. Veuillez donc encore escrire une fois et aujourd'huy mesme pour en finir de cette affaire, jy tiens. Sur ce, monsieur d'Hamilton, je prie Dieu vous avoir en ses bonnes grâces.

Louis.

Jeudy.

Mardy.

Monsieur d'Hamilton, j'ay reçu les nouvelles lettre du R. P. Boulliau qui vous ont esté retournées d'Angleterre où vous les aviez envoyées, mais il en est encore qui ne vous ont esté rendues. Je le scay sciemment, parce que je me rappelle que le révérend père a fait une excursion des lieux habités par Copernic, qu'il en a recueilli des souvenirs, et qu'il m'en a fait un rapport. Je scay qu'il a gardé bon nombre de notes recuellies par luy en cette excursion, et elles n'ont point esté retrouvées parmy ses papiers qui sont à Saint-Victor. or donc elles doivent estre au nombre de celles retirées par vous et envoyées à Londres. Veuillez donc les réclamer, je vous prie. Sur ce, monsieur, je prie Dieu vous avoir en ses graces.

Louis.

A M. le comte d'Hamilton.

Monsieur d'Hamilton, les diverses lettres qui vous ont esté retournées d'Angleterre et que j'ay examinées, ne sont pas toutes celles que je désir. Il doit, et j'en suis moralement sûr, y en avoir d'autres, que j'ai vues entre les mains du R. P. Boulliau et qui ne sont plus à Saint-Victor. Car la personne qui a esté chargée de les y rechercher, et qui avoit mes instructions pour celà, ne les y a pas retrouvées, veuillez donc bien vous souvenir de ce que vous avez envoyé, et faire de nouvelles réclamations. Sur ce, monsieur d'Hamilton, je vous seray très-obligé. Mercredy soir.

Louis.

Lettre d'Hamilton au Roi Louis XIV.

Sire,

Je fais ce mot à vostre Majesté pour la prier de vouloir bien m'excuser de ne m'estre pas rendu à ses désirs comme elle me l'avoit tesmoigné par sa dernière missive. Un mal de teste

insupportable qui m'a pris depuis deux jours et qui ne m'a encore quitté en est la seule cause. Mais je vous promets bien, Sire, que tout aussitost que je seray rétably que je m'empresseray de me rendre auprès de Vostre Majesté, car je n'ay tant rien à cœur que de la satisfaire. J'ai reçu des nouvelles de Londres, et la restitution d'une partie des lettres que Vostre Majesté désir et que je me propose de remettre moy mesme à Vostre dite Majesté. Sur ce, Sire, je prie Dieu avoir Vostre Majesté en ses bonnes et saintes graces.

ANTH. D'HAMILTON.

Ce 8 may 1697.

DOCUMENT D.

Louis XIV à Jacques Cassini.

Ce 22 mars 1713.

Monsieur. j'avois autrefois remis a monsieur Cassini vostre illustre père un bon nombre de documens de toutes sortes et en particulier touchant quelques particularités de la vie du très illustre Galilée pour qu'il en fasse l'histoire; mais la cécité estant venu l'atteindre avant qu'il ait achevé cet ouvrage, je l'avois prié de me retourner ces documents, ce qu'il a fait pour partie, mais je me suis apperçu qu'il lui en est encore resté. Je vous prieray de les rechercher parmy ses papiers et me les retourner. Je vous serois très obligé aussy de me retourner toutes les lettres de moy sans exception que vous pourrez trouver, je vous en seray très obligé. Cependant je prie Dieu vous avoir en ses bonnes graces. LOUIS.

A monsieur Cassini fils.

DOCUMENT E.

Madame de Maintenon à l'abbé Bignon.

Monsieur l'abbé,

Avant que de mourir, sa Majesté Louis XIV m'a chargée d'une mission; et j'aurois bien besoin de vous pour la remplir. Vous scavez l'estime que ce prince avait pour les scavans et les gens de lettres, non seulement de son Royaume, mais pour tous ceux de l'Europe, car plus de soixante scavans estrangers reçurent de luy des récompenses, estonés d'en estre connus. Sa majesté se plaisoit beaucoup à escrire : ses correspondances sont nombreuses. Il aimoit s'informer, s'instruire, scavoir tout par luy mesme enfin; et dans cette vue il escrivoit à tous les scavans; quelquefois des riens. Mais enfin il aimoit se renseigner. Plus tard, et cela à cause de certains abus qu'on avoit fait de ses correspondances, il lui prit fantaisie autant que cela estoit possible de faire rentrer ses lettres. Déjà de son vivant, un grand nombre lui ont esté restituées : mais il en est encore dans des mains estrangères et c'est de la mission de les recueillir qu'il m'a chargée. Vous, monsieur l'abbé, qui par vostre position avez des relations avec un bon nombre de scavans et de lettrés, vous pourriez donc m'estre très utile en cette affaire. Il n'est pas nécessaire de vous en dire davantage, vous devez en comprendre le motif. Venez donc me trouver, je vous prie, et je vous donneray une liste de ceux qui ont esté en correspondance avec sa majesté; puys nous nous entendrons à ce sujet.. Je vous attend, monsieur l'abbé, le plustost quil vous sera possible. Sur ce je prie Dieu qu'il vous comble de toutes ses bénidictions. Ce 2 mars 1716.

Vostre très humble servante.

A Monsieur l'abbé Bignon. MAINTENON.

DOCUMENTS F.

La Reine Marie de Médicis à Saint François de Sales.

Ce 20 juin.

Monseigneur, un de mes bons amis d'enfance est en ce moment entre les mains du tribunal inquisitorial, pour avoir soutenu l'opinion de Copernic qui traite du mouvement de la terre, que l'on dit estre contraire au sentiment de l'Église. Et par conséquent il est accusé du crime d'Athéisme, et partant livré a toutes les rigueurs de l'inquisition. Cela me fait peine a penser, pource que je ne crois le seig[r] Galilée (car c'est de luy dont je parle) capable d'un tel crime. Et si j'en crois les rapports qui m'ont esté faits, il entre en cette accusation de la jalousie et de la vengeance plus que de la culpabilité. Or donc vous, monseigneur, qui avez un grand discernement et un grand pouvoir sur toutes choses, daignez donc vous enquerir de cette affaire et l'attenuer. Ce sera faire acte de justice. Et comme je vous scay le cœur bon et droit je ne doute pas que vous arriviez par votre persuation a dissuader l'inquisition et a rendre aux sciences un puissant génie, car c'est ainsi que j'en juge du Sg[r] Galilée. Sur ce je prie Dieu vous avoir, Monseigneur, en ses bonnes graces. MARIE R.

A Monseigneur l'evesque de Geneve.

François de Sales au Pape.

Ce 2 août.

Très Saint Père, votre Sainteté n'ignore pas mon zèle pour la foy catholique, elle n'ignore pas non plus mon amour pour l'équité et la charité. or donc je me permettray de soumettre à son discernement quelques réflexions, persuadé qu'elle daignera les entendre et y faire droit, pour ce qu'elles sont dans l'intérêt de l'Église. Voici ce dont il s'agit : Un décret de l'inquisition qui par de bons motifs, je n'en fais doute, qui a condamné quelques livres ou quelque opinion en un temps, doit-il passer par toute la chrétienneté pour un dogme de foy et pour la règle des croyances? n'est ce pas faire tort à l'Église, qui est infaillible et qui n'a point de supérieure en terre, de luy attribuer une ordonnance de police qui peut estre détruite par une semblable ou par une plus forte. Vostre Sainteté a trop de sagesse pour appeler ces règlemens de police ecclésiastique des décisions de foy qui obligent les fidèles à la mesme soumission qu'ils doivent à l'Église. Et qui doute qu'un temps ne puisse venir où il sera aussy bien permis de croire ce qu'on a défendu depuis peu, qu'il estoit libre du temps où Copernic mesme l'escrivist. Qui auroit voulu contredire l'opinion de Lactance et de saint Augustin touchant les Antipodes auroit été censuré de leur temps comme le fust un bon évesque; et qui le voudroit maintenant soutenir, le seroit de mesme avec plus de connoissance de cause. Si la rondeur de la terre a bien causé autrefois des décrets de l'inquisition fondés sur des passages de l'Escriture, son mouvement a bien pu faire de mesme qui n'auront pas plus de durée. Au lieu que les vesritables descisions de l'Église doivent être éternelles. Tant il est certain que les choses de faits peuvent faire changer les sentimens des hommes, et que l'Église ne décide pas des matières purement physiques, en laissant la dispute aux hommes, comme Dieu leur a bien abandonné pour cela tout le monde. Mais pour en venir à ce que je veux vous dire, c'est-à-dire à vous parler du très-illustre Copernic dont l'opinion touchant le mouvement de la terre a esté condamné, ne scait on pas que c'étoit un fort bon

ecclésiastique, chanoine et docteur, qui enseigna l'astronomie à Rome mesme, et qu'il donna son livre du mouvemeut de la terre aux prières du cardinal de Schomberg et des autres prélats de la cour romaine pour le faire imprimer, l'ayant dédié au pape Paul III du quel et de tout le collége des cardinaux agréé loué et approuvé. pourquoy aujourdhui veut on faire passer sa condamnation pour un décret de l'inquisition, pour une constitution de l'Église, et en faire subir les conséquences à son émule, je veux dire à celuy qui professa la même opinion que luy, au signor Galilée enfin. N'est ce pas mettre l'Église contre l'Église. Je ne puis croire, très Saint Père, que ce décret soit maintenu. On est trop sage à Rome pour appeler ces reglemens de police ecclésiastique des décisions de foy. J'en appelle à vostre sagacité. Sur ce, très Saint Père, je prie Dieu vous avoir en ses bonnes et saintes grâces, et je vous prie estre assuré que je suis,

De vostre Sainteté

le très humble, très dévoué et très obéissant serviteur,

FRANZ DE SALES, evesque de Genèves.

Au Saint Père le Pape.

Louis XIV au Pape.

Trés Saint Père, J'envoye devers vostre majesté un de mes bons serviteurs chargé de réclamer des bonnes graces de vostre sainteté, une lettre qui fut autrefois escrite par le bienheureux François de Sales, evesque de Geneve, au Saint Père, en faveur du très illustre Galilée, que j'ay en estime, comme déjà je vous l'ay escrit. Ce seroit pour moy une grande satisfaction d'avoir en mon chartrier privé cette lettre, ou au moins une copie. C'est pourquoy je vous escris ces mots de ma main ; et le porteur vous dira toute l'importance que j'y attache. Je prie Vostre Sainteté croire tout ce quil vous dira comme estant l'expression de mes véritables sentimens. Sur ce, très Saint père, je prie Dieu vous avoir en ses bonnes et saintes graces. escrit de Versailles le 22 mars. LOUIS.

au Saint Père.

DOCUMENTS G.

Galilée à Mad^elle de Gournay.

Arcetri ce 2 septembre.

Mademoiselle,

Me sentant sur mon déclin, et ne voulant pas laisser mes escrits aux injures et à la dilapidation, j'en ay disposé en faveur de mes amis. Ceux qui en italien sont escrits resteront la plupart ès mains de mes amis et chers disciples Viviani et Toricelli. Ceux qui traitent de science et touchant les François, ou qui me sont venus de france, j'en ay disposé en faveur de vous, du Révérend père Mersenne, du jeune Pascal, et de monsieur Rotrou, selon ce que j'ay pensé estre à chacun de vous agréable. C'est pourquoy, Mademoiselle, je vous prieray avoir pour bien et prendre en bonne considération tous ceux qui sont en ce paquet, au nombre de 300 pièces environ. Ce sont d'abord vos lettres qui par ce moyen rentreront en vos mains, et la plupart de mes considérations sur divers auteurs dont nous nous sommes entretenus et en particulier sur le très illustre Montaigne que j'ay toujours eu en grande considération. Sur ce, Mademoiselle, soyez bien assurée de mon estime. Votre bien affectionné. GALILÉE GALILEI.

à Mademoiselle de Gournay.

Galilée à Rotrou.

ce 20 septembre 1641.

Monsieur, il m'est venu en pensée, me sentant sur mon déclin, de disposer de mes papiers entre et en faveur de mes bons amis, afin de les placer sous leur sauvegarde. Car je prévoy que moy estant mort il y auroit d'iceux grand desordre et dilapidation. Or donc pour y mettre empeschement j'ay résolu en faire le partage entre chascun de ceux de mes amis que j'ay le plus en affection; et comme vous estes de ce nombre, je vous destine tout ce qui s'y trouve touchant le théatre dont ensemble nous nous sommes entretenu maintes fois. Or donc dans le paquet ci-joint à vous destiné se trouve environ 250 pièces, tant lettres qu'autres écrits de toutes sortes, ès quel paquet cy joint plusieurs de mes comédies et canevas d'icelles. Y trouverez aussy quelques lettres d'auteurs dramatiques, avec les vostres. Et vous prieray avoir le tout en bonne considération. Donnez moy de vos nouvelles, je vous prie, et ne me faire pas trop attendre. Le porteur de cette lettre et du petit paquet qu'il vous remettra, vous dira en quelle position il me laisse n'y voyant presque plus. Les médecins sont d'avis me faire opération. je crains le coup fatal; enfin à la grâce de Dieu. je vous salue.

GALILÉE GALILEI.

à Monsieur Rotrou.

DOCUMENTS H.

Le Cardinal Bentivoglio à Pascal.

Monsieur, j'ay appris que monsieur le grand duc de Toscane a qui les talens de feu le signor Galilée n'ont point eschappé et qui déplore sa perte, avoit resolu d'assembler en un mesme faisceau tous les escrits de ce savant astronome et que pour cela il faisoit rechercher cà et là ses escrits. Ayant appris par m. Torricelli et m. Viviani qu'une partie des papiers diceluy auroit passé en France, il a donné mission a un de ses serviteurs d'y aller pour les recolter, autant que faire se pourra. Or donc, craignant quil y ait en cela quelque supercherie, car iceluy grand duc a esté engagé a cela par un membre de la Société qui n'avoit pas en très bonne odeur le seigneur Galilée, or donc, dis je, je vous préviens de ce fait pour vous engager a vous tenir en garde et garder secretement les dits escrits de ce grand astronome. Car deja je scay que l'on a dilaceré bonne partie de ceux trouvés chez la maistresse d'iceluy Galilée, ce qui est grand dommage. Tenez ce fait pour certain et gardez ma lettre sous le scel du mystère, car je ne voudrois que cette divulgation soit connue comme venant de moy. Mais l'estime que j'avois pour ce grand astronome m'oblige a la faire. Je vous engage aussy a prevenir vos amis qui auroient des escrits diceluy Galilée, de se tenir aussi sur leur garde, car il seroit fascheux que les productions de ce grand genie deviennent la proie de ses ennemis; et ils estoient fort nombreux en sa patrie ainsy que nous le disions encore ces jours derniers avec le saint père. Il semble quil y ait eu un mauvais génie enchainé a le poursuivre toute sa vie : et mesme encore maintenant quil n'est plus chascun se ligue pour le ternir, luy enlever la gloire de ses plus belles découvertes. Je ne vous dis rien de plus et prie Dieu vous avoir en ses graces, ce 24 juillet 1643.

C^al^ BENTIVOGLIO.

A Monsieur Pascal.

*Pascal à M***.*

Monsieur, il m'a esté mandé à plusieurs reprises par des scavants et illustres personnages d'Italie la communication des papiers que le très illustre Galilée m'avoit destiné. Je me suis

toujours refusé à les communiquer pour certaines raisons. La première c'est que sachant qu'on en avoit détruit un grand nombre, je craignois pour ceux cy le même sort. Je veux bien croire que la superstition a été pour beaucoup dans cette destruction, parcequ'on s'imaginoit que les papiers d'un homme qui avoit été prisonnier du saint office devoient contenir des hérésies. Quoiqu'il en soit, ce n'en est pas moins une grande perte, quoique venant par l'ignorance. Voilà le motif pourquoi je n'ai jamais voulu les laisser retourner en Italie. Je suis,

Monsieur,

Votre bien affectionné serviteur, PASCAL.

ASTRONOMIE. — *Sur les passages de Vénus et la parallaxe du Soleil; par* **M. FAYE.**

« Il était important de savoir à quelle cause il faut attribuer l'erreur de la parallaxe d'Encke. M. Powalky (1) et M. Stone (2) ont montré qu'il ne faut pas la chercher dans les observations elles-mêmes, mais dans l'influence des erreurs qui affectaient encore, à l'époque d'Encke, les positions géographiques des observateurs du siècle dernier. C'est un résultat satisfaisant; il tend à rétablir l'harmonie entre les diverses méthodes que l'astronomie possède actuellement pour obtenir avec quelque exactitude la distance de la Terre au Soleil.

» Mais en étudiant ces deux savants Mémoires, j'ai cru m'apercevoir qu'après un siècle entier de discussions, les astronomes n'étaient pas encore parvenus à se mettre d'accord sur les circonstances physiques du phénomène, et sur le véritable sens de plusieurs observations capitales de 1769. M. Powalky rejette les contacts apparents; M. Stone les admet dans ses calculs; ces deux savants interprètent différemment les observations de Wardhus, de Californie et de Taïti; mais ils s'accordent à attribuer aux résultats tirés de ces interprétations discordantes un haut degré d'exactitude qui me semble exagéré. Peut-être mes remarques pourront-elles servir aux observateurs du prochain passage de Vénus : c'est dans cet espoir surtout que je me décide à les soumettre à l'Académie.

» Ce que l'on se propose d'observer dans ces passages, c'est l'instant précis où les deux cercles qui limitent les disques de Vénus et du Soleil se trouvent en contact.

» Si le phénomène se présentait réellement avec la simplicité géométrique de cet énoncé, il y a un siècle que nous aurions la parallaxe du Soleil à un centième de seconde près; mais les astronomes avaient compté sans

(1) *Connaissance des Temps pour* 1867, *Additions.*

(2) *Monthly Notices*, of the R. Astr. Society, n^{os} d'octobre et novembre 1868.

les difficultés optiques. Le disque réel du Soleil est dilaté d'une manière factice par diverses causes, telles que la diffraction produite par les bords de l'objectif, l'irradiation oculaire, les défauts de la lunette, parmi lesquels il ne faut pas oublier une mise au point imparfaite. Quand Vénus est vue sur le Soleil, son disque est rétréci, au contraire, par les mêmes causes, de la même quantité. Toutes ces causes sont liées d'ailleurs à la nature de l'instrument, à l'intensité variable de la lumière de l'astre et à celle du fond du ciel, enfin à l'état physiologique de l'œil de l'observateur; leur effet doit donc varier d'une station à l'autre, d'un observateur à l'autre, et, pour le même observateur, cet effet doit varier en général avec l'heure.

» Or, à l'instant où les disques *apparents* de Vénus et du Soleil paraîtront être tangents intérieurement, les bords vrais de ces deux astres seront en réalité séparés par le double de l'irradiation (pour n'employer ici qu'un seul mot), et puisque cet écart dépend, comme on vient de le voir, de diverses causes variables, on ne saurait le considérer comme une quantité constante à déterminer.

» Heureusement le contact *réel* de ces disques est accusé, comme on le sait, par la rupture ou l'apparition d'un mince filet de lumière, accompagnée de phénomènes bien connus que les astronomes expliquent, depuis Lalande, par les lois de l'irradiation. Dans certaines localités, les observateurs de 1769 se sont astreints à observer ces deux genres de contact; il est donc aisé de vérifier expérimentalement si l'effet de l'irradiation est variable, ainsi que nous venons de le voir *à priori*.

» Au fort du Prince de Galles (baie d'Hudson), Wales et Dymond ont eu soin de noter que l'allongement du disque de Vénus était bien plus marqué à la sortie qu'à l'entrée. L'abbé Chappe, en Californie, dit expressément : « Au premier contact (sortie) Vénus s'est allongée plus considérablement que ce matin en s'approchant du bord du Soleil. » Donc la différence de ces deux genres de contact varie avec l'heure du jour.

» Que cette différence change d'une station à l'autre, c'est ce qui ressort clairement des évaluations faites en divers lieux : elle varie en effet de douze à vingt-quatre secondes; et même Maskelyne, à Greenwich, la porte à cinquante-deux secondes, ce qui me semble très-exagéré. Le même phénomène se présente pour Mercure. L'intervalle des contacts extérieurs, réels et apparents, a varié, au passage du mois dernier, de zéro (Paris et Lund) à 32 secondes (Greenwich) (1).

(1) Il est singulier que l'irradiation soit insensible pour certains observateurs et certains instruments, mais quoique l'on ne s'en rende pas bien compte, le fait a été constaté de plu-

» Ainsi les faits, comme le raisonnement, nous indiquent que les contacts apparents doivent être exclus, et, sur ce point, je me trouve conduit à donner pleinement raison à M. Powalky, qui rejette les contacts apparents, contre M. Stone, qui les admet dans le calcul de la parallaxe en représentant leur différence avec les contacts réels par une constante à déterminer au moyen des équations de condition.

» Mais M. Powalky, à son tour, a traité comme réels des contacts apparents, en se fondant sur l'idée préconçue que les observateurs de 1769, prévenus par le passage de 1761, n'ont dû observer que des contacts réels. Cette idée n'est pas tout à fait exacte. Voici, en effet, l'observation du P. Hell, faite dans des conditions atmosphériques favorables :

Entrée.

	h m s	
Videtur contactus fieri	9.32.35	P. Hell.
Contactus certus visus	32.41	P. Hell.
Fulmen	32.48	P. Hell.
Contactus dubius	9.32.30	P. Sajnowics.
Certissimus ut aiebat	32.45	P. Sajnowics.
	9.33.10	D. Borgrewing.

Sortie.

Videtur aliqua gutta nigra intra limbum Solis et Veneris ante contactum formari.	15.26.6	P. Hell.
Gutta hæc minui videtur valde	26.12	P. Hell.
Disparet et contactum fieri censeo	26.17	P. Hell.
Certissimus contactus	26.19	P. Hell.
Contactus dubius	15.26.18	P. Sajnowics.
» certus	26.26	P. Sajnowics.
	15.26.10	D. Borgrewing.

» On voit que l'expédition dirigée par cet habile astronome avait résolu de s'en tenir aux contacts apparents. On dirait même que le P. Hell n'a pas connu le phénomène déjà remarqué en 1761, à la manière dont il en parle (*aliqua gutta nigra*); mais, s'il ne l'a noté qu'à la sortie, il en a vu quelque chose à l'entrée : c'est ce qui me semble clairement résulter de la troisième ligne. En effet, le mot *fulmen*, qu'il emploie pour caractériser une phase postérieure au contact apparent, est précisément celui dont un astronome de ce temps aurait pu se servir dans une éclipse totale de Soleil, pour indiquer d'un mot la réapparition subite du bord du Soleil, phéno-

sieurs autres manières. A Lund le grossissement employé était de trois cent vingt-cinq fois; or on sait, d'après Plateau, que l'irradiation *oculaire* décroît rapidement quand le grossissement augmente.

mène identique au fond avec le contact réel des limbes du Soleil et de Vénus.

» Quoi qu'il en soit, cette rédaction ne laisse aucun doute sur les *contactus dubius* ou *certus* du P. Hell et du P. Sajnowics : ce sont bien des contacts apparents, et il y a lieu de s'étonner que M. Powalky, qui les répudie avec tant de raison en théorie, les ait pourtant introduits, à titre de contacts réels, dans son calcul de la parallaxe du Soleil.

» Inversement, l'expédition dirigée par l'abbé Chappe, en Californie, avait pour plan arrêté d'avance d'observer les contacts réels que Chappe avait appris à distinguer lui-même en 1761, en Sibérie, à l'occasion du précédent passage de Vénus. Or M. Stone suppose qu'après avoir bien observé cette phase-là, à l'entrée de Vénus sur le disque solaire, Chappe et ses deux collaborateurs espagnols n'auraient plus observé que le contact apparent à la sortie. Le texte de la relation de Chappe n'a présenté aucune ambiguïté de ce genre à M. Powalky, qui a traité le contact californien à la sortie comme contact réel; en outre, dès l'apparition du travail du savant anglais, un astronome américain, M. Newcomb, a réclamé contre l'interprétation forcée de M. Stone. On vient de voir que ces confusions diverses sont loin d'être indifférentes, puisqu'elles altèrent des observations essentielles d'une quantité qui peut aller, suivant les cas, de 12 à 24 secondes.

» Quant à l'observation de Taïti où M. Powalky a puisé des contacts réels, et M. Stone des contacts apparents, il nous suffira, je crois, pour l'apprécier, de rappeler une condition essentielle en pareille matière, à savoir la netteté de la vision. Si la lunette n'est pas bien mise au point, les images seront mal terminées, et la diffusion des contours donnera naissance à des complications optiques très-capables d'altérer singulièrement l'observation d'un phénomène délicat. Loin de moi la supposition qu'aucun astronome de cette époque ait pu négliger une précaution si simple; mais, au siècle dernier, on n'avait pas encore remarqué, comme l'a fait depuis sir W. Herschel, avec quelle facilité la distance focale d'un miroir de télescope varie sous l'action un peu prolongée des rayons solaires. Si donc un astronome (et il y en eut beaucoup dans ce cas) s'est servi en 1769 d'un instrument de ce genre, ses observations auront pu se ressentir de cet effet. Cet astronome a-t-il vu le disque de Vénus mal terminé, entouré d'une sorte de pénombre obscure? il n'y a plus de doute, le télescope aura cessé d'être au point. Or c'est précisément ce qui est arrivé à Taïti : la pénombre obscure de Vénus signalée par Green et par le capitaine Cook ne s'explique que par un défaut de mise au point, et ce défaut lui-même n'est imputable qu'à la déformation simultanée des trois télescopes employés et soumis longtemps à l'action d'un soleil ardent. Les observateurs de Taïti, troublés par l'apparition imprévue de cette pé-

nombre, qui donnait à la goutte noire de l'irradiation l'aspect d'une petite cuvette, n'ont pu observer le contact apparent. Ils n'ont vu ni la formation brusque, ni l'interruption instantanée du filet lumineux, mais seulement une formation graduelle et une diminution lente de ce même filet, avec une incertitude imputable à la diffusion des images. Je ne puis donc accorder à M. Stone les contacts apparents qu'il puise dans l'observation de Taïti, ni à M. Powalky les contacts réels qu'il emprunte à Green tout en rejetant les observations de Cook et de Solander.

» Maintenant, si l'on veut se faire une idée des ressources certaines que le passage de 1769 nous offre pour la détermination de la parallaxe solaire, on est forcé d'écarter tout d'abord, comme l'a fait M. Stone, les passages incomplets, parce que les équations de condition dépendent alors des longitudes des stations, longitudes qui ne sont pas toutes actuellement bien connues (1), et en seconde ligne l'observation complète de Taïti pour la cause signalée plus haut. L'observation du P. Hell, à Wardhus, a été si longtemps décriée, le contact réel à l'entrée est indiqué avec si peu de netteté par le seul mot *fulmen*, dont l'écriture sur le manuscrit serait même, dit-on, d'une encre plus noire que le reste, que je ne me croirais pas autorisé à l'employer sans restriction. Nous voilà réduits aux passages complets, vus à Kola par Rumowsky, au fort de la baie d'Hudson par Wales et Dymond, et à San-José de Californie par l'abbé Chappe, V. Doz et Medina. En adoptant les coefficients d'Encke et une notation de M. Stone, on en tire les équations suivantes :

A Kola.	$y + 76{,}3\,d\pi = +\,21^s{,}6$	Rumowsky.
Baie d'Hudson	$y + 23{,}6\,d\pi = \quad 0{,}0$	Wales. Dymond.
San-José (Californie).	$y - 31{,}3\,d\pi = -\ 8{,}2$	Chappe. V. Doz. Medina.

» En éliminant y qui représente en bloc l'effet des erreurs tabulaires et qui a sensiblement la même valeur pour toutes ces stations, il vient

	C — Obs.
$53{,}4\,d\pi = +\,17^s{,}1$	$-\,2^s{,}2$
$0{,}7\,d\pi = -\ 4{,}5$	$+\,4{,}7$
$-\,54{,}2\,d\pi = -\,12{,}7$	$-\,2{,}4$

(1) Celle de San-José, en Californie, est dans ce cas. J'avais demandé au Bureau des Longitudes de mettre cette station de Chappe au nombre des méridiens fondamentaux dont il poursuit si activement la détermination avec le concours de nos savants officiers de la Marine impériale, mais cela n'a pas paru actuellement possible.

La combinaison de la première et de la dernière donne

$$107,6\, d\pi = +\, 29^s,8,$$

d'où

$$d\pi = +\, 0'',28 \quad \text{et} \quad y = -\, 2^s,0.$$

La valeur provisoire adoptée par Encke étant 8'',49, on aura

$$\pi = 8'',77.$$

Quoique les durées de ces trois passages soient bien représentées, il suffit de jeter un coup d'œil sur l'ensemble des observations de 1769 pour juger que la somme $29^s,8$ pourrait très-bien être en erreur d'une dizaine de secondes; nous n'aurions donc π qu'à 0'',1 près. En revanche, la valeur 8'', 57 d'Encke exigerait une erreur de 21 secondes dans cette somme, ce qui paraît peu admissible.

» Cependant comme l'observation de Kola a été fortement gênée par les nuages (M. Powalky l'a même exclue pour ce motif), il resterait encore des doutes si celle de Wardhus ne nous offrait un moyen de contrôle. J'ai déjà montré que la troisième ligne *fulmen* $9^h 32^m 48^s$, pouvait s'entendre de l'apparition d'un mince filet de lumière entre les bords de Vénus et du Soleil. A ce compte, il y aurait 10 secondes d'intervalle entre cette phase et le contact apparent à l'entrée. De même, à la sortie, il y a eu 12 secondes d'intervalle entre l'apparition de la goutte noire et le contact apparent. Comme l'entrée et la sortie ont été observées à des distances assez peu inégales du méridien ($2^h 30^m$ et $3^h 30^m$), il est à croire que, par exception (1), l'effet de l'irradiation pour le même observateur et le même instrument a dû être à peu près le même dans les deux cas. Il y a donc là une raison de plus de croire que la phase désignée par le mot *fulmen* est bien celle du premier contact réel intérieur. Admettons cette explication; les deux contacts *réels* du P. Hell donneront une nouvelle équation :

$$y + 75,3\, d\pi = +\, 33^s,4.$$

Avec la valeur précédente de y, on en tire

$$d\pi = +\, 0'',46.$$

Ainsi l'observation de Wardhus montre encore, comme les diverses combinaisons des précédents passages, la nécessité d'augmenter la parallaxe

(1) Contrairement à ce qui est arrivé en Californie, par exemple, où l'entrée a été observée vers midi et la sortie au coucher du Soleil.

d'Encke. En la faisant entrer dans les calculs, on trouvera, par la méthode des moindres carrés,

$$4y + 144,2\,d\pi = 46^s,8,$$
$$147,2\,d\pi = 51,5,$$

d'où

$$y = -0^s,9, \quad d\pi = +0'',35, \quad \pi = 8'',84\,(1).$$

Les erreurs restantes seront :

	C — Obs.
	s
Wardhus	$-7,9$
Kola	$+4,3$
Baie d'Hudson	$+7,4$
Californie	$-3,7$

ce qui ne permet pas assurément de conclure pour π à une erreur probable de $\pm 0'',02$.

» M. Stone, dans son très-intéressant Mémoire, représente beaucoup mieux les quatre durées et même celle de Taïti, dont il a tenu compte; il trouve en effet pour résidus les nombres suivants :

	C — Obs.
	s
Wardhus	$+0,6$
Kola	$-0,9$
Baie d'Hudson	$-0,1$
San-José	$-1,6$
Taïti	$+0,8$

avec les valeurs $y = -9^s,8$ et $\pi = 8'',91 \pm 0'',02$. Mais il a introduit dans ses équations une nouvelle indéterminée, à savoir : la différence *supposée constante* entre les contacts réels et les contacts apparents; de plus le savant anglais a donné aux deux contacts observés à Taïti et au deuxième contact observé en Californie des interprétations qui ne me semblent pas admissibles. M. Newcomb a même fait voir qu'il suffit de rétablir dans les propres calculs de M. Stone l'observation de Chappe avec son vrai sens pour faire disparaître ce bel accord, accord fort peu compatible d'ailleurs avec de pareilles observations.

» Quant au travail de M. Powalky, je ne saurais m'associer aux critiques qui en ont été faites. Étant donnée la méthode qu'il a dû suivre pour chercher la cause à laquelle il faut attribuer la forte erreur de la parallaxe

(1) M. Powalky a trouvé 8'',83; cette concordance est un pur effet du hasard.

d'Encke, il était nécessairement conduit à exclure beaucoup d'observations suspectes. Il a eu le mérite d'élucider le premier la cause d'une erreur compromettante pour la science. Si l'on met de côté certains détails physiques imparfaitement appréciés, le seul point faible, à mon avis, c'est le degré de certitude qu'il attribue à son résultat. En réalité, tout ce qu'on peut tirer du passage de Vénus de 1769, c'est que la parallaxe du Soleil est de 8",8 à 0",1 près; il n'y a pas lieu d'écrire le chiffre des centièmes. Ne nous en étonnons pas : l'incertitude tient ici à la méthode de Halley elle-même, dont on a un peu exagéré la portée réelle en oubliant combien une simple conception géométrique peut s'altérer dans la réalité physique des phénomènes. Autrement on eût obtenu dès l'origine un résultat sensiblement fixe pour la parallaxe; les observations auraient parlé d'elles-mêmes, et nous n'aurions pas vu, pendant un siècle entier, les calculateurs tirer du même recueil d'observations et proposer successivement au monde savant toutes les valeurs comprises entre 8",5 et 8",9 en les appuyant chaque fois d'erreurs probables de 2 ou 3 centièmes de seconde. »

L'auteur présentera, dans la prochaine séance, les suggestions qui lui semblent applicables à l'observation du prochain passage de Vénus sur le Soleil, en 1874.

« M. **Le Verrier** remercie son confrère de l'attention qu'il donne à une question dont l'importance est exceptionnelle pour les astronomes. Les incertitudes qu'on avait déjà signalées dans des observations des passages de Vénus et de Mercure sur le Soleil, à l'égard de la détermination des instants des contacts, incertitudes qui se sont reproduites d'une manière si remarquable dans les observations du passage de Mercure, ôteraient toute valeur aux expéditions projetées pour la future observation du passage de Vénus, si cette époque astronomique avait dû arriver avant que les astronomes aient pu éclaircir les causes des erreurs. Il paraît indispensable, comme nous avions l'honneur de l'écrire à l'Académie au lendemain du passage de Mercure, que la cause physique de ces phénomènes soit éclaircie, et qu'on se trouve à même de n'envoyer en Sibérie d'une part, et de l'autre à la terre de Van-Diémen ou à l'île de Kerguelen, que des instruments comparables, et des observateurs comparés entre eux.

» J'ai la satisfaction de faire connaître à l'Académie que, dès le lendemain du dernier passage de Mercure, M. Wolf, frappé des mêmes considérations, a entrepris une étude physique du phénomène. Il est arrivé à divers

résultats qu'il a étudiés d'abord dans l'Observatoire, et ensuite sur une ligne plus étendue et de longueur bien connue, de l'Obervatoire au palais du Luxembourg. Je crois ces recherches amenées au point où elles pourront être prochainement communiquées à l'Académie. »

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Note sur quelques recherches relatives à l'influence du froid sur la mortalité des enfants nouveau-nés; par* **M. MILNE EDWARDS.**

« Il arrive souvent que des investigations purement scientifiques fournissent des lumières dont la société pourrait tirer avantage immédiatement, mais dont, à raison de préjugés ou d'autres obstacles difficiles à vaincre, elle ne profite que fort tardivement. Souvent aussi, lorsqu'une vérité a fait assez de chemin dans le monde pour que les arts, l'industrie ou l'administration croient devoir en tenir compte, on a eu le temps d'oublier complétement la source dont elle émane; mais les hommes d'étude qui ont été les premiers à la faire connaître n'en éprouveront pas moins une satisfaction légitime quand ils voient les résultats de leurs travaux utilisés de la sorte, et l'Académie a toujours permis à ses Membres de rappeler à son souvenir la part qui leur appartient dans le progrès accompli. C'est ce qui me détermine à prendre la parole aujourd'hui, à l'occasion de certaines innovations introduites il y a peu de jours par l'administration de la ville de Paris touchant le mode de constatation des naissances.

» Jadis on pensait généralement que le froid exerçait sur les enfants une influence salutaire, et que, même dès la naissance, ils pouvaient y être exposés sans inconvénient. Mais les expériences physiologiques de mon frère William Edwards ayant montré que, chez les mammifères nouveau-nés, la faculté productrice de la chaleur n'est que rarement assez développée pour que la température de l'organisme puisse se maintenir au degré normal quand celle de l'atmosphère s'abaisse beaucoup, nous pensâmes, feu M. Villermé et moi, que l'opinion dont je viens de parler devait être erronée, et nous entreprîmes, en commun, une longue série de recherches de statistique physiologique relatives à l'influence des saisons sur la mortalité des enfants nouveau-nés. Le 2 février 1829, j'eus l'honneur de lire devant l'Académie les résultats de ce travail (1). Nous constatâmes alors que

(1) *De l'influence de la température sur la mortalité des enfants nouveau-nés;* par MM. VILLERMÉ et Milne EDWARDS. (*Mémoires de la Société d'Histoire naturelle de Paris,* t. V, p. 61; 1834.)

le nombre des décès pour les enfants très-jeunes, comparé au nombre des naissances, est beaucoup plus grand dans les mois d'hiver que pendant le reste de l'année, que cette mortalité diminue dès qu'au printemps la température s'adoucit, et que l'abaissement de la courbe représentant les décès des nouveau-nés se manifeste environ un mois plus tôt dans le midi de la France que dans nos départements septentrionaux. Ces observations, et d'autres considérations sur lesquelles il serait superflu d'insister aujourd'hui, nous portèrent à penser que l'exposition des enfants nouveau-nés à l'air froid de nos hivers devait leur être souvent très-nuisible et augmentait les chances de mort, qui sont toujours si considérables au début de la vie. Nous insistâmes donc sur le danger qu'on fait courir à ces êtres délicats lorsque, pendant la saison rigoureuse, on les transporte à la mairie pour y remplir les formalités relatives à leur inscription sur les registres de l'état civil, transport qui, d'après la loi, devait se faire dans les trois jours, que le nouveau-né fût maladif ou robuste, et quelle que fût la température de l'atmosphère. « Le mal qui en résulte, disions-nous dans ce Mémoire, est » d'autant plus grand que personne ne peut s'y soustraire. Certes, l'intention » du législateur n'a jamais été de prescrire une disposition infanticide, et » nous rappellerons qu'aucune inhumation ne doit être faite sans que l'of- » ficier de l'état civil ou son délégué ne se soit transporté auprès de la » personne défunte afin d'en constater la mort. Pourquoi n'en serait-il » pas de même quand il s'agit de dresser un acte de naissance pendant » la saison rigoureuse? La vie d'un grand nombre d'enfants en dépend. » Tel est le motif qui nous fait insister sur ce point, que nous recomman- » dons particulièrement aux méditations de tous ceux que leur position so- » ciale appelle à faire ou à réformer nos lois. »

» Ces vues, soumises pour la première fois au jugement de l'Académie par M. Villermé et moi, en 1829, furent, à cette époque, vivement critiquées par quelques publicistes, bien intentionnés sans doute, mais peu éclairés peut-être; elles furent, au contraire, fort approuvées dans un Rapport fait à l'Académie par MM. Fourier et Duméril (1). Soutenus par ce témoignage d'estime, nous continuâmes donc ces recherches, et, afin de mettre mieux en évidence l'influence fâcheuse exercée par le transport des enfants à la mairie dans les trois jours qui suivent la naissance, je demandai au Ministre de l'Intérieur de vouloir bien réunir les documents nécessaires pour un examen comparatif de la marche de la mortalité des jeunes enfants dans un

(1) *Voyez* les *Annales des Sciences naturelles*, 1re série, t. XIX, p. 110; 1830.

certain nombre de communes rurales désignées au hasard dans chaque département, et ayant les unes les habitations très-éparses, les autres les habitations agglomérées autour de la mairie. En 1838, je communiquai à la Société Philomathique les résultats fournis par l'examen de ces Documents officiels, et je fis voir que là où le trajet à parcourir par le nouveau-né que l'on présente à l'officier de l'état civil est long, la mortalité de ces enfants pendant les mois d'hiver, comparée à la même mortalité pendant le reste de l'année, est notablement plus grande que pour les communes où, dans les mêmes circonstances, le temps pendant lequel les nouveau-nés, pour satisfaire aux exigences administratives, restent exposés aux intempéries de la mauvaise saison est, terme moyen, plus court.

» Quelques années après, tous ces résultats furent corroborés par d'autres observations analogues dues à M. Loir, qui demanda également avec instance des réformes législatives à ce sujet; mais l'Administration n'eut égard aux faits mis ainsi en évidence que dans un petit nombre de localités, et, à Paris, les règlements dont nous avions montré les vices en 1829 restèrent en vigueur jusqu'au 31 décembre 1868.

» Aujourd'hui il n'en est plus de même. Un arrêté préfectoral, promulgué il y a quelques jours, est venu donner pleine satisfaction aux demandes approuvées par l'Académie des Sciences il y a quarante ans. La présentation des enfants nouveau-nés à la mairie n'est plus obligatoire, et les constatations voulues pour leur inscription sur les registres de l'état civil peuvent se faire à domicile. Je ne puis que féliciter l'Administration d'avoir enfin adopté cette mesure, si conforme aux principes de l'hygiène publique, et je prie l'Académie de m'excuser si j'ai abusé de ses moments en indiquant les travaux purement scientifiques qui, depuis fort longtemps, ont mis en évidence l'utilité des mesures adoptées depuis le 1er janvier de la présente année. »

M. **Ch. Sainte-Claire Deville** signale à l'Académie l'importance que l'on doit attacher, suivant lui, à une publication nouvelle que vient de faire la Société météorologique de France, et s'exprime comme il suit :

« La météorologie est une science qui a besoin, pour faire des progrès réels et sérieux, du concours d'une multitude de collaborateurs éloignés les uns des autres. La réunion d'observations simultanées, faites dans un grand nombre de localités européennes, éliminant les influences locales et les perturbations accidentelles, pourra seule mettre en lumière les lois de

périodicité que présentent les phénomènes atmosphériques, malgré leur incessante mobilité, et accroître ainsi la portée des prévisions.

» La Société météorologique de France me paraît donc avoir rendu à la science un service de premier ordre, en ajoutant aux deux publications qui composaient jusqu'à présent son *Annuaire*, une troisième partie, qui sous le titre de *Nouvelles météréologiques*, donne, le premier de chaque mois, avec le Compte rendu analytique des séances de la Société et la mention des faits météorologiques les plus importants, les principales données numériques recueillies durant le mois précédent, en soixante-quatre observatoires publics ou privés de la France et de l'étranger.

» Ce Recueil, qui a inauguré sa seconde année au 1er janvier 1869, répond donc parfaitement aux aspirations actuelles de la science, qui ont trouvé leur écho dans plusieurs Congrès internationaux et, en particulier, dans le Congrès statistique qui s'est réuni récemment à Florence. »

MM. Weierstrass et **Kronecker**, nommés Correspondants pour la Section de Géométrie, adressent à l'Académie leurs remercîments.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Membre libre, pour remplir la place laissée vacante par le décès de *M. Delessert*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 65,

M. Duméril obtient.	38	suffrages.
M. Ricord.	14	»
M. Belgrand.	9	»
M. Sauvage.	4	»

M. Duméril, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu. Sa nomination sera soumise à l'approbation de l'Empereur.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Mémoire sur le choc; par* **M. Ath. Dupré.** (Partie expérimentale en commun avec **M. P. Dupré.**) (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Regnault, Fizeau, Phillips.)

« Dans la première partie de ce Mémoire, le cas particulier du choc oblique de deux billes homogènes est seul envisagé, si ce n'est que, pour

réaliser l'hypothèse d'un rayon infini, l'une des billes est remplacée par une plaque de marbre. La chaleur produite pendant le choc se dissémine en partie, et jamais la force vive n'est totalement régénérée, comme on le suppose ordinairement, lorsque la limite de l'élasticité n'est point dépassée. Le rapport de la force vive régénérée à la force vive transformée d'abord en chaleur est à peu près constant et égal à $\frac{4}{5}$ pour l'ivoire; il y a lieu de le prendre pour mesure de l'élasticité qui serait nulle ou parfaite dans les cas extrêmes, impossibles à réaliser, où il égalerait o et 1. Cette constance constitue la loi de première approximation, qui, jointe aux formules précédemment connues, résout complétement la question du choc direct. Elle conduit à admettre qu'une bille qui en choque une autre en repos s'arrête, non quand les masses sont les mêmes, mais quand leur rapport égale la racine carrée de l'élasticité; l'expérience vérifie cette conséquence, dans le choc direct et aussi dans le choc oblique, lorsqu'on envisage à part le mouvement normal.

» Dans presque toutes les expériences, l'une des billes a été laissée en repos avant le choc, ce qui, en tenant compte de ce qu'il s'agit d'un phénomène de mouvement relatif, ne restreint pas la généralité des résultats. Si le choc est oblique, des rotations se produisent, mais l'auteur démontre qu'elles n'influent pas sur le mouvement normal, qui est entièrement déterminé par les formules relatives au choc direct. Elles se rattachent au mouvement tangentiel, et la vitesse de rotation équatoriale produite est, pour chaque bille, deux fois et demie plus grande que la variation de vitesse de translation tangentielle; l'expérience confirme cette double loi théorique, qui entraîne l'égalité des valeurs absolues des quantités de monvement de rotation des deux billes. Dans certaines expériences, les billes ont été animées de vitesse de rotation avant le choc, et les formules générales s'appliquent aussi à ce cas plus compliqué.

» Pour compléter l'étude du mouvement tangentiel considéré à part, on a calculé, comme pour le mouvement normal, le rapport de la force vive régénérée à la force vive transformée en chaleur au moment de la compression maximum. Il peut encore être supposé constant dans une première approximation; mais il a une valeur beaucoup moindre que dans le mouvement normal, $\frac{1}{100}$ environ pour l'ivoire. Cette constance conduit à deux lois applicables aussi au mouvement normal : la bille choquée étant en repos d'abord, les rapports des vitesses finales à la vitesse initiale de la bille choquante sont invariables tant qu'on ne change point le rapport des masses. L'expérience vérifie ces deux lois d'une manière

satisfaisante; la vérification est plus approchée dans le mouvement normal, parce qu'il existe une cause d'erreur très-difficile à éviter et plus efficace dans le mouvement tangentiel.

» Après avoir étudié le choc de la première bille contre la deuxième en repos, si l'on fait l'inverse en employant la même vitesse initiale et le même angle d'incidence, on a deux expériences que l'auteur appelle *réciproques*, il arrive, pour les résultats, à quelques lois remarquables que l'expérience confirme.

» Enfin, si dans les formules on suppose l'une des masses infinie, on les rend propres au cas ou l'une des billes est remplacée par la plaque de marbre; alors la loi célèbre de l'égalité des angles d'incidence et de réflexion se trouve en défaut : dans deux expériences, les angles d'incidence étant 30 degrés et 60 degrés, on a obtenu pour angle de réflexion $23^{\circ}\frac{3}{4}$ et 62 degrés.

» Dans la seconde partie du Mémoire, se trouve une première étude de ce que l'auteur appelle *choc interne;* elle prouve que la force vive d'un système matériel en mouvement se transforme en partie en chaleur à chaque instant, à moins qu'il ne soit en repos relatif sans aucune tension provenant de l'élasticité de forme. »

M. DE MARSILLY adresse à l'Académie une Note destinée à réfuter les assertions de *M. F. Lucas* sur l'impossibilité mécanique d'un système réticulaire indéfini de molécules.

(Renvoi à la Commission nommée pour les Mémoires de M. Lucas.)

M. G. SAILLY soumet au jugement de l'Académie un Mémoire contenant l'exposé de la méthode qu'il suit pour l'enseignement de l'agriculture et des idées protectrices des animaux.

(Renvoi à la Section d'Économie rurale.)

M. MÈNE adresse à l'Académie les résultats d'analyses chimiques comparatives de vers à soie, les uns sains, les autres malades.

(Renvoi à la Commission de Sériciculture.)

M. BOULEY est prié de s'adjoindre à la Commission composée de MM. Coste, Thenard et de Quatrefages, pour examiner le Mémoire de *M. Richard* (du Cantal) sur la production du cheval en France.

CORRESPONDANCE.

M. le Directeur général des Douanes et des Contributions indirectes adresse à l'Académie un exemplaire du Tableau général du Commerce de la France avec ses colonies et avec les puissances étrangères pendant l'année 1867.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un Mémoire adressé de Florence par *M. Menabrea* « sur la détermination des pressions et des tensions dans les systèmes élastiques », et donne lecture des passages suivants de la Lettre d'envoi :

« Dans ce Mémoire, je démontre que *toutes les fois qu'un système élastique se met en équilibre sous l'action de forces extérieures, le travail des forces intérieures est un* minimum. Je déduis de ce principe des équations auxiliaires, qui, unies aux équations d'équilibre avec les forces extérieures, suffisent à la complète détermination des pressions et des tensions. Je démontre que ces équations auxiliaires, qui contiennent seulement des relations entre les *liens* qui constituent le système et leurs variations de longueur, n'expriment autre chose que les conditions géométriques auxquelles doit satisfaire le système après sa déformation sous l'action des forces extérieures.

» J'applique cette méthode à divers cas particuliers, en montrant comment les résultats qu'on en déduit coïncident avec ceux qu'on obtient par d'autres méthodes spéciales à chaque cas.

» Dans la séance du 31 mai 1858, j'avais eu l'honneur d'énoncer à l'Académie le théorème qui fait l'objet de ce Mémoire. Depuis lors, j'ai repris cette question et lui ai donné des développements propres à faire mieux ressortir l'exactitude et l'utilité de la méthode que je propose. »

M. le Secrétaire perpétuel signale également à l'Académie une brochure de *M. Jenzsch* imprimée en allemand et ayant pour titre : « Sur une flore et une faune microscopiques des roches cristallines massives (roches éruptives). » Ce travail contient quelques détails sur la découverte que *M. Jenzsch* pense avoir faite de débris fossiles dans les roches éruptives, et au sujet de laquelle une réclamation a été adressée à l'Académie, le 26 octobre dernier (p. 850), par M. Montagna.

M. Dumas, Secrétaire perpétuel, rend compte, dans les termes suivants,

de la communication de M. Barral, dont il a été question dans la séance précédente :

« L'Académie m'ayant autorisé à ajourner à huitaine l'analyse de la Lettre détaillée et des pièces qui lui étaient adressées par M. Barral, j'ai pu en prendre connaissance et me mettre en mesure d'en rendre un compte sommaire.

» En 1854, la publication des Œuvres de notre illustre Secrétaire perpétuel, Arago, fut commencée. M. Gide, bien connu de beaucoup de Membres de l'Académie, se chargeait de l'entreprise, autorisé par les héritiers du sang, MM. Emmanuel et Alfred Arago. M. Barral était chargé de veiller à l'exécution.

» Dès l'apparition du premier volume, M. Mathieu, notre doyen, collaborateur et allié d'Arago, protestait devant l'Académie contre deux assertions, l'une faisant partie du titre même de l'ouvrage, l'autre renfermée dans l'Introduction.

» On lit dans le titre : « Œuvres complètes de F. Arago, publiées *d'après* » *son ordre, sous la direction de M. J.-A. Barral.* »

» On lit dans l'Introduction, due à la plume de M. de Humboldt : *le savant chargé par M. Arago lui-même de diriger la publication de ses Œuvres, M. Barral*, etc. (p. XVIII).

» M. Mathieu déclarait : 1° que M. Arago n'avait pas donné l'ordre de confier à M. Barral le soin de publier ses Œuvres; 2° que la phrase attribuée à M. de Humboldt n'avait pas été écrite par lui, ce qui résultait du reste tant d'une lettre de sa propre main, que des détails suivants.

» M. Gide reconnaissait, en effet, que la phrase faisant partie de l'Introduction y avait été ajoutée par M. Galusky, autorisé par M. de Humboldt à faire à son Introduction tous les changements ou additions qui lui paraîtraient convenables. M. Galusky ne contestait pas cette assertion et M. Barral l'acceptait.

» Quant au titre, M. Gide constatait aussi que M. Barral était étranger à sa rédaction, et ce dernier confirmait la déclaration de l'éditeur.

» Ces éclaircissements donnés, chacun avait pu se faire une opinion sur cet ensemble de circonstances. Cependant, une protestation nouvelle et plus accentuée s'étant produite au sujet des mêmes faits le 14 décembre dernier, devant l'Académie, de la part de M. Mathieu, auquel M. Emmanuel Arago et M. Laugier se sont joints cette fois, M. Barral a adressé à la Compagnie un exposé des faits et sa propre appréciation avec une série de documents photographiés.

» M. Barral affirme de nouveau qu'il est resté étranger à la rédaction du titre des Œuvres d'Arago et qu'il n'est pas intervenu dans les corrections ou interpolations effectuées à l'Introduction de M. de Humboldt.

» Il rappelle que les explications de M. Gide et le silence de M. Galusky ont confirmé ses dénégations, qu'il maintient.

» Il produit des lettres attestant de ses bons rapports avec MM. Emmanuel et Alfred Arago, à l'occasion du premier de ces incidents, et témoignant de leur confiance et de leur reconnaissance pour les soins qu'il a donnés depuis lors à la publication des Œuvres de leur père.

» Il produit de plus des lettres de M. de Humboldt, à partir de 1854, jusques aux derniers jours de sa vie, dans lesquelles l'illustre vieillard s'exprime sur son compte en termes sympathiques, et où il lui adresse à diverses reprises ses félicitations au sujet des soins qu'il donne à l'entreprise dont il s'est chargé;

» Enfin, une lettre dans laquelle M. de Humboldt parle de manuscrits qu'il a légués à M. Barral, et de la publication d'une partie de ses Œuvres qu'il confie à ses soins.

» Rien n'avait donc altéré ses rapports avec MM. Arago fils et avec le patriarche des savants de l'Europe.

» J'aurais désiré abréger ces explications. Mais l'Académie comprendra que tout ce qui intéresse la mémoire de deux de nos plus illustres prédécesseurs, Arago et de Humboldt, commande le respect, et qu'à l'égard d'un savant qui ne fait pas partie de l'Académie et dont les actes sont mis en cause par deux de nos confrères les plus autorisés, une exacte impartialité est le premier devoir du Secrétaire perpétuel. »

M. **Mathieu**, après la communication qui précède, s'exprime comme il suit :

« Je viens donner quelques explications sur les communications que nous avons faites à l'Académie au sujet des *Œuvres d'Arago*.

» Au mois de mars 1854, lors de l'apparition du premier volume avec le titre : « Œuvres de Fr. Arago, publiées d'après son ordre, par M. J.-A. » Barral, » j'ai protesté énergiquement contre cette assertion contraire à la vérité.

» Dans la séance du 14 décembre dernier, j'ai présenté à l'Académie les pièces authentiques qui complètent ma réclamation publique du mois de mars 1854.

» Je voulais depuis longtemps déposer ces pièces dans nos Archives, et

c'est une circonstance imprévue qui m'a déterminé à ne pas tarder davantage à les offrir à l'Académie. Un volume de la nouvelle édition des *Œuvres complètes d'Arago*, publiée par le successeur de M. Gide, m'étant tombé sous les yeux, je lus sur le titre cette phrase nouvelle : « Œuvres de François Arago, deuxième édition, *mise au courant des progrès de la science par M. Barral.* »

» Mon devoir était tracé. Par respect pour la mémoire d'Arago, je devais à cette occasion rappeler ma réclamation de 1854, en y joignant les documents qui la confirment.

» A des faits incontestables on oppose des lettres amicales, écrites en 1854 à M. Barral par les fils de Fr. Arago, lettres qui rappellent les relations qui existaient depuis quelques années entre M. Barral, M. Arago et plusieurs membres de la famille. Jamais nous n'avons contesté cela. Chacun sait avec quel empressement M. Arago tendait la main aux personnes cultivant les sciences ; on sait aussi que parfois il fut malheureux dans ses choix et tristement payé de ses bienfaits.

» Mais il y a ici une distinction importante à établir : M. Arago n'a pas chargé M. Barral de publier ses Œuvres. Les fils de Fr. Arago, leurs lettres en font foi, lui avaient seulement confié une partie du travail de la publication. Les fils d'Arago et l'éditeur, voulant avant tout assurer la publication immédiate des Œuvres d'Arago, prièrent M. Barral de continuer à se charger de cette publication, après que ma réclamation de 1854 l'eut amené à se retirer.

» Si M. Arago lui-même avait chargé M. Barral de publier ses Œuvres, M. Barral n'en serait pas réduit aujourd'hui à apporter des lettres des fils de Fr. Arago, de M. de Humboldt et de M. Gide. Les attestations, les approbations, d'où qu'elles viennent, ne peuvent rien changer à la position que M. Barral s'est faite en consentant à laisser sur le titre des Œuvres une allégation qu'il savait être contraire à la vérité.

» Qu'on me permette, maintenant, d'élucider un point qui, paraît-il, a donné lieu à une méprise. Nous avons annexé les pièces offertes par nous à l'Académie au premier volume des Œuvres complètes d'Arago, parce qu'il renferme l'Introduction de M. de Humboldt, et comme nous avons omis d'ajouter que ce volume avait été publié en 1854 par M. Gide, on a cru que la famille d'Arago voulait faire une nouvelle édition des Œuvres. Jamais nous n'avons eu la pensée de reproduire le moindre fragment des Œuvres d'Arago, qui sont la propriété des éditeurs (1).

(1) Ainsi disparaît le malentendu qui avait amené le successeur de M. Gide à envoyer,

» Je termine en répétant que j'ai tenu à déposer dans nos Archives les pièces qui anéantissent l'espèce de *testament scientifique* qu'on attribuait à Arago. Je défends et j'honore ainsi la mémoire de celui dont je fus pendant cinquante années et le frère et l'ami dévoué. »

M. Laugier prend alors la parole et dit :

« Je n'ai rien à ajouter aux explications que vient de donner M. Mathieu, mais je ne puis me dispenser de présenter quelques observations sur une pièce qui fait partie du dossier adressé lundi dernier à l'Académie, par M. Barral, et que M. le Secrétaire perpétuel a bien voulu me communiquer. Je veux parler de la photographie de l'un des feuillets imprimés de l'Introduction de M. de Humboldt, de celui sur lequel sont écrits à la plume, et de la main de l'une des personnes qui, en 1854, ont corrigé les épreuves, les mots intercalés : « *M. Barral chargé par M. Arago lui-même de publier* » *ses œuvres.* »

» Au-dessous de ce feuillet photographié, M. Barral a écrit que l'intercalation avait été faite par l'un de ses accusateurs : ce sont ses propres expressions, et je sais que c'est moi qu'il a voulu désigner.

» Me voici donc accusé d'un acte inqualifiable. C'est moi, selon M. Barral, qui, de concert avec M. Mathieu et le fils aîné de François Arago, viendrais aujourd'hui offrir à l'Académie des pièces authentiques destinées à conserver le souvenir d'une protestation faite, en 1854, par M. Mathieu contre une intercalation dont je serais moi-même l'auteur!

» Je n'ai pas besoin d'insister pour faire ressortir tout ce qu'il y a d'incroyable dans une pareille allégation.

» Cette épreuve, dont la photographie figure au dossier de M. Barral, existait en 1854, à l'époque de la réclamation de M. Mathieu; pourquoi M. Gide ne s'en est-il pas servi? On lui reprochait alors d'avoir intercalé, dans une dernière épreuve de l'Introduction, une phrase qui pouvait être considérée en quelque sorte comme un testament scientifique de François Arago, que M. de Humboldt n'avait pu écrire, qu'il désavouait avec énergie. C'était le moment de produire ce feuillet; ce feuillet qui, suivant M. Barral, contient la phrase en question, écrite de la main même d'un

---

par huissier, au Président de l'Académie une protestation contre l'annonce qu'il croyait à tort avoir été faite d'une publication nouvelle des Œuvres d'Arago par la famille. Cette protestation a été lue à l'Académie dans sa séance du 28 décembre dernier, bien qu'elle fût absolument sans objet.

membre de la famille. C'était la meilleure preuve que M. Gide pût opposer à l'accusation dirigée contre lui; elle aurait mis fin au débat. Pourquoi ne l'a-t-il pas fait?

» La réponse est facile. Je la prends dans des lettres de MM. Gide et Barral, lettres qui ont été communiquées à l'Académie, en 1854, et qui sont imprimées dans les *Comptes rendus*.

» On lit en effet, à la page 626 du tome XXXVIII, dans une lettre de M. Gide à M. le Président de l'Académie des Sciences :

« .... Quant à l'Introduction, M. Mathieu, suivant la volonté de » M. de Humboldt, en a reçu successivement deux épreuves. *La seconde » contenait déjà la phrase* QU'A MA DEMANDE *M. Galuski avait modifiée*.... »

» Et un peu plus loin, p. 628, dans une lettre adressée à M. Mathieu, M. Barral dit : « .... *C'est M. Galuski qui a été chargé de donner le bon à » tirer de cette Introduction*.... *Les titres ont été rédigés par l'éditeur*.... »

» On comprend maintenant pourquoi le feuillet de la phrase intercalée n'a pas figuré dans le débat lors de la réclamation de M. Mathieu en 1854. L'intercalation avait été faite à la demande de M. Gide; M. Gide s'en déclarait pour ainsi dire l'auteur, il ne pouvait songer à nous l'imputer.

» Mais comment M. Barral, qui connaît toutes ces circonstances, comme on peut s'en convaincre d'après sa lettre à M. Mathieu, comment M. Barral ose-t-il aujourd'hui m'accuser de cette altération du texte de M. de Humboldt, faite à son profit et à la demande de M. Gide? Que dire d'un tel acte? Je laisse à l'opinion le soin de le qualifier. »

ASTRONOMIE. — *Observation du passage de Mercure, faite à Pékin; par* **M. Lépissier**. (Extrait d'une Lettre à M. Yvon Villarceau.)

« Pékin, 12 novembre 1868.

» L'observation a été faite au Pèé-Kwan, établissement des missionnaires russes à Pékin, par $7^h 36^m 34^s$ de longitude à l'est de Paris et par $+ 39° 56' 49''$ de latitude. Je me suis servi d'une lunette de Banks, opticien à Londres, que M. le Dr Fritsche, Directeur de l'Observatoire météorologique russe de Pékin, avait bien voulu mettre à ma disposition; elle a $0^m,056$ d'ouverture et $0^m,80$ de distance focale. J'estime le grossissement à 40 fois. Le chronomètre employé était un chronomètre de Patek, qui a été comparé avant et après l'observation au chronomètre de temps moyen d'Arnold, n° 6553, appartenant à l'Observatoire russe. La correction et la

marche de ce dernier sont connues par les observations astronomiques de M. le Dr Fritsche.

» Le bord du Soleil était excessivement ondulant, et son éclat n'était pas aussi affaibli que j'aurais pu le désirer, faute d'un assortiment de verres colorés. Le contact interne à l'entrée a été noté comme il suit, 5 novembre 1868 :

Contact interne à l'entrée.................	$1^h.13^m.38^s$	T. m. de Pékin.
Correction du chronomètre de Patek........	+ 3.10	»
Entrée en temps du chronomètre d'Arnold...	1.14.38	»
Correction du chronomètre d'Arnold........	— 17	»
Contact interne à l'entrée.................	1.14.31	»

» A $1^h 11^m 58^s$ du chronomètre de Patek, la planète était franchement entrée sur le disque solaire et tranchait nettement sur le fond lumineux. La sortie n'était pas observable à Pékin.

» Ci-joint une observation de l'éclipse du Soleil du 18 août dernier, qui m'a été transmise par M. Ernest Koch :

Commencement à..............	$12^h.52^m.15^s$ ou 20^s	T. m. de Sanghaï.
Fin à.........................	2.17. 5	»

» Grossissement, 80 fois. »

ASTRONOMIE. — *Sur le spectre des protubérances solaires.* Note de **M. Rayet**, présentée par M. Le Verrier.

« Ce matin, 4 janvier, j'ai été assez heureux pour apercevoir dans le spectre des bords Est du Soleil les deux lignes brillantes violettes qui, d'après ma communication du 12 octobre dernier, font partie du spectre des protubérances. La plus vive de ces lignes est, à l'échelle de Kirchhoff, de 6 degrés moins réfrangible que G. La seconde est, dans mon spectroscope, environ à la demi-distance entre F et G; cette dernière est une des lignes faibles signalées dans mon observation de l'éclipse. Je ne désespère donc pas de revoir les neufs lignes brillantes.

» Les raies lumineuses observées indépendamment des éclipses sont donc au nombre de cinq, savoir : C, la ligne voisine de D, F et les deux lignes violettes.

» Quand le bord du Soleil s'approche de la fente du spectroscope, les

raies de la région la plus réfrangible apparaissent dans l'ordre suivant : d'abord F, puis la ligne voisine de G, et enfin la seconde ligne violette à l'instant où le bord du Soleil tombe dans la fente. »

CHIMIE. — *Recherches sur l'acide nitreux. Dosage* (suite). Mémoire de **M. Chabrier**, présenté par M. Boussingault. (Extrait.)

« Après avoir précisé dans un premier Mémoire les réactions spéciales de l'acide nitreux sur la teinture d'indigo, j'ai fait voir qu'en l'absence des nitrates et des matières organiques, on pourrait accomplir le dosage de l'acide nitreux au moyen de la décoloration de l'indigo, en opérant à l'aide de la chaleur seule, mais à l'abri de l'air. Dans cette seconde partie de mon travail, je montre :

» 1° Qu'on peut, dans un mélange de nitrites et de nitrates, en opérant encore à l'abri de l'air et hors du contact des matières organiques, doser d'abord, à l'aide de la chaleur seule, l'acide nitreux des nitrites, puis ensuite, en faisant agir l'acide chlorhydrique selon la méthode enseignée par M. Boussingault, doser l'acide nitrique des nitrates.

» Ce mode de dosage est caractérisé par un fait, c'est que les quantités de teinture décolorées, dans chacune des deux opérations successives, correspondent exactement aux équivalents d'oxygène produits par la décomposition des deux acides engagés dans les réactions, *la quantité correspondante à un équivalent de nitrate étant toujours triple de celle qui correspond à un équivalent de nitrite.*

» 2° Qu'on peut encore exécuter les mêmes dosages successifs *au contact de l'air*, mais toujours en l'absence des matières organiques, tant que le rapport des nitrites aux nitrates sera maintenu au-dessous de $\frac{1}{50}$, limite que n'atteignent aucun des rapports que j'ai observés dans les mélanges naturels. La seule précaution à prendre dans ce cas consiste, en procédant au dosage préalable des nitrites, à attendre la décoloration complète de chaque goutte de teinture versée, avant d'en introduire de nouvelle, contrairement à ce qu'il convient de faire dans le dosage des nitrates.

» 3° Que pour doser les nitrites réunis aux nitrates en présence des matières réductrices, on devra procéder d'abord, sur une première portion de la substance, à un dosage d'acide nitreux, en décolorant, à l'aide d'une solution titrée d'hyposulfite de soude, les produits de la réaction de cet acide sur l'iodure de potassium en excès, mêlé si l'on veut à l'amidon ; que l'on

devra ensuite, afin de déterminer l'acide nitrique, distiller, sous l'influence d'une réaction oxydante, une deuxième portion de la substance, opération qui a pour résultat de brûler les matières organiques, et de transformer en même temps l'acide nitreux en acide nitrique. De sorte qu'en dosant d'abord la totalité de l'acide nitrique existant dans les produits de la distillation, puis retranchant de la quantité ainsi trouvée la part correspondante à l'acide nitreux transformé, on obtiendra le poids de l'acide nitrique préexistant. La portion de l'acide nitrique correspondante à l'acide nitreux sera calculée d'après le premier essai.

» Je termine en faisant remarquer que tout dosage de nitre où l'on n'a pas constaté d'abord la présence ou l'absence de nitrites, afin d'en tenir compte s'il y a lieu, reste douteux, et cela quel que soit le procédé de dosage employé. »

PHYSIQUE. — *Sur l'application de la méthode interférentielle à la mesure des indices de réfraction des liquides.* Note de **M. Croullebois**, présentée par M. Balard.

« J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie les bases d'une série d'expériences que j'ai tentées pour appliquer commodément et avec rapidité la méthode interférentielle d'Arago à la mesure des indices des liquides et à l'étude de leurs variations quand on fait varier la température et la pression.

» C'est Arago qui, le premier, a cherché à obtenir les indices des liquides, et particulièrement ceux de l'eau, par la voie des interférences. Il fait plusieurs fois, dans ses *Mémoires*, allusion à des tentatives relatives à des recherches de cet ordre. Il s'est borné à indiquer deux procédés devant conduire à la mesure des variations des indices de l'eau, sous diverses pressions et à diverses températures.

» Arago paraît n'avoir fait usage d'aucune de ces solutions ingénieuses de ces difficiles problèmes. Du reste, à l'époque où il annonça à l'Académie l'intention de publier ses travaux inachevés, sa vue était déjà très-fatiguée; aussi s'empressa-t-il d'accepter le concours de collaborateurs pleins de zèle et d'habileté. Un des plus éminents d'entre eux, M. Jamin, mesura le premier les variations qu'éprouvent les indices de réfraction de l'eau quand on soumet ce liquide à des pressions différentes et à des températures différentes. Il les détermina avec l'appareil d'interférences qui porte son nom.

» Dans ces expériences et dans les expériences analogues, les physiciens ne paraissent pas s'être préoccupés de la mesure des indices des couleurs élémentaires. Cela tient à l'impossibilité dans laquelle ils se trouvaient de limiter le nombre des franges quand la lumière employée était bien homogène. En effet, dans ces conditions, on ne peut plus distinguer la zone centrale par rapport à laquelle tout est symétrique et à laquelle on peut viser. Avec le concours de M. Billet, nous sommes parvenus à obtenir cette réduction du phénomène par l'interposition d'un écran placé devant les demi-lentilles, comme cela a été expliqué dans notre Mémoire.

» Plus tard, nous nous sommes aperçus que la limitation n'était pas nécessaire; que la multiplication, au contraire, était un avantage et comme une garantie d'exactitude, et nous avons disposé *ad hoc* nos appareils interférentiels. De là une seconde méthode, qui s'applique non-seulement à la lumière blanche, mais encore aux différentes lumières simples.

» Pour la détermination des indices des liquides dans les différentes couleurs, nous avons institué une méthode aussi commode en pratique que celle du prisme de Newton.

» Aux faces transparentes, se trouvent fixés côte à côte et la lame antagoniste et le double prisme. La portion mobile de ce dernier reçoit un mouvement alternativement ascendant et descendant, qui lui est communiqué extérieurement par une vis tournant dans un écrou fixe. Le pas de cette vis est fin, et la tète est un large disque divisé sur sa circonférence en trois cent soixante parties égales. Quand on fait jouer la vis entre les doigts, les divisions du disque défilent devant un repère à arête verticale tranchante. Si le pas de la vis est de $\frac{1}{2}$ millimètre, on pourra estimer des exhaussements ou des élévations du prisme mobile de $\frac{1}{180}$ de millimètre.

» Pour déterminer l'indice d'un liquide à l'aide de cet appareil, on procède de la manière suivante, en deux opérations :

» *Première opération* (la caisse est vide). — On dispose la loupe sur le banc de diffraction, à l'endroit où l'œil placé derrière elle voit nettement le plan du maximum des franges. On amène celles-ci au maximum de beauté en touchant convenablement les vis de la fente ou des demi-lentilles, et l'on transpose, par le jeu du compensateur, la partie la plus pure du système au milieu du champ de la vision. Cela fait, on arrête le fil réticulaire sur une frange, et l'on note sur la tète de la vis la division qui se trouve en face de la lame du repère. Ensuite on tient l'œil bien attentif derrière la loupe, et l'on tourne la vis dans son écrou. On voit alors les franges passer devant

le fil réticulaire dans un sens ou dans l'autre, suivant le sens de la rotation. On compte toutes les coïncidences entre le fil et chaque frange; on tâche d'atteindre un chiffre élevé, 90 ou 100, ce qui est toujours possible, et quand le phénomène a perdu de sa netteté, on s'arrête. Mais pendant cette expérience on a noté le nombre de tours ou de fractions de tour accomplis par la tête de la vis : de là on déduit immédiatement de quelle longueur l a glissé le prisme mobile pour provoquer le transport d'un nombre k de franges qui doit rester invariable dans la suite.

» *Seconde opération* (la caisse est pleine de liquide). — On fait la même mesure pour la caisse pleine du liquide, et l'on conclut une valeur l', plus grande que l, pour le transport du même nombre k de franges.

» Connaissant ces quantités l, l', on obtient, à l'aide de formules simples, l'indice du liquide rapporté à une couleur d'ondulation λ. Soit e la variation d'épaisseur de verre qu'il faut introduire pour effectuer le transport quand le prisme joue dans l'air, e' la variation plus grande quand il joue au sein du liquide d'indice n'; on a les équations suivantes, exprimant l'équilibre dans les deux cas :

$$en - e = k\lambda,$$
$$e'n - e'n' = k\lambda,$$

d'où

$$\frac{e' - e}{e'} = \frac{n' - 1}{n - 1}.$$

» Mais les épaisseurs e' et e sont proportionnelles aux glissements l et l' du prisme mobile, glissements que l'on peut mesurer avec une grande précision, comme nous l'avons vu. Cette dernière formule se transforme donc ainsi :

$$\frac{l' - l}{l'} = \frac{n' - 1}{n - 1}.$$

» Si l'on veut avoir les indices des liquides pour les différentes couleurs, en prenant pour terme de comparaison un d'entre ces liquides, on peut se dispenser de connaître n l'indice du verre. Nous avons pris pour termes de comparaison les indices de l'eau.

» Les couleurs que nous faisions passer à travers notre appareil étaient celles qui répondaient aux raies C, E, G. Nous avons expliqué ailleurs comment nous étions sûrs de la fixité de ces repères.

» Si l'_C, l'_E, l'_G sont les glissements du prisme mobile dans l'eau, l_C, l_E, l_G les quantités analogues dans l'air, et enfin L'_C, L'_E, L'_G ces mêmes quan-

tités dans le liquide de comparaison, on a, pour les indices de ce dernier, qui correspondent aux raies C, E, G :

$$N_C - 1 = \frac{N'_C - 1}{n'_C - 1} = \frac{\frac{L'_C - l_C}{L'_C}}{\frac{l'_C - l_C}{l'_C}},$$

$$N_E - 1 = \frac{N'_E - 1}{n'_E - 1} = \frac{\frac{L'_E - l_E}{L'_E}}{\frac{l'_E - l_E}{l'_E}},$$

$$N_G - 1 = \frac{N'_G - 1}{n'_G - 1} = \frac{\frac{L'_G - l_G}{L'_G}}{\frac{l'_G - l_G}{l'_G}}.$$

» De cette façon, les différents indices relatifs résulteront de la seule comparaison des glissements successifs imprimés au prisme mobile.

» Si l'on veut avoir les indices absolus de ces différents liquides, il faut connaître les indices, rapportés aux mêmes raies, des verres du compensateur. Nous avons fourni, dans notre Mémoire, le moyen de les avoir avec beaucoup de précision.

» Grâce à ces dispositions d'appareils nous avons fait beaucoup de mesures sur les liquides, et elles ont toutes été satisfaisantes. C'est ainsi que nous avons trouvé la loi qui lie les variations de l'indice aux degrés de concentration des solutions salines.

» Dès que le soleil se montrera, nous compléterons nos résultats, et nous nous hâterons de les soumettre à la haute approbation de l'Académie. »

MM. Brown et **Fraser** déclarent retirer les réclamations qu'ils avaient adressées, au sujet du travail de *MM. Jolyet* et *André Cahours*, sur l'action des sels de méthylstrychnium et d'éthylstrychnium.

M. Sacc adresse, de Neufchâtel, une Note relative à ses recherches sur les résines. Cette Note est transmise à l'Académie par M. Fremy.

M. Laperdrix, capitaine au long cours, commandant le navire *le Philippe-Auguste*, du Havre, informe l'Académie qu'il a ressenti pendant le mois d'août, sur la côte du Pérou, plusieurs secousses de tremblement de terre par jour. Au retour, il a rencontré au cap Horn une banquise de glaces,

s'étendant des îls de Diego-Ramirez jusqu'au méridien des Malouines. Enfin, il a aperçu le 14 novembre, par 22 degrés de latitude sud et 30 degrés de longitude ouest, une pluie d'étoiles filantes qui a duré deux heures. (Ces documents sont transmis à l'Académie par M. le Ministre de la Marine.)

M. P. Germain adresse une Note intitulée : « Physiologie végétale : formation des fleurs ».

Cette Note sera soumise à l'examen de M. Brongniart.

La séance est levée à 6 heures. É. D. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 4 janvier 1869, les ouvrages dont les titres suivent :

Direction générale des Douanes et des Contributions indirectes. — Tableau général du commerce de la France avec les colonies et les puissances étrangères pendant l'année 1867. Paris, octobre 1868; grand in-4°.

Description des machines et procédés pour lesquels des brevets d'invention ont été pris sous le régime de la loi du 5 juillet 1844, *publiée par les ordres de M. le Ministre de l'Agriculture, du Commerce et des Travaux publics*, t. LXIV. Paris, 1868; in-4° avec planches.

Sur l'ouvrage de M. Faugère, *intitulé : Défense de B. Pascal, et accessoirement de Newton, de Galilée, etc.*; *par* M. Chasles. Paris, 1868; in-4°.

Vies des Savants illustres; par M. Louis Figuier, XVII[e] *siècle*. Paris, 1869; grand in-8° avec figures. (Présenté par M. Faye.)

Théorie et description des régulateurs marins isochrones à bras et à bielles croisées à deux centres d'oscillation de MM. Farcot et ses fils; *par* M. Huin. Paris, sans date; br. in-8°. (Présenté par M. Dupuy de Lôme.)

Nouvelles météorologiques publiées sous les auspices de la Société météorologique de France, 1[re] année, 1868. Paris, 1868; in-8°. (Présenté par M. Ch. Sainte-Claire Deville.)

Uber... *Flore et faune microscopiques des roches cristallines massives (roches éruptives); par* M. G. Jenzsch. Leipzig, 1868; br. in-8°.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 11 JANVIER 1869.

PRÉSIDENCE DE M. CLAUDE BERNARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le Ministre de l'Instruction publique adresse une ampliation du Décret impérial par lequel l'élection de *M. Duméril*, à la place d'Académicien libre devenue vacante par le décès de *M. F. Delessert*, est approuvée.

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, **M. Duméril** prend place parmi ses confrères.

ASTRONOMIE. — *Sur les passages de Vénus et la parallaxe du Soleil; par* **M. Faye.** (Fin.)

« En disant que, d'après les passages *complets* de Vénus en 1769, la parallaxe du Soleil est de 8″,8 avec une incertitude d'au moins 0″,1, je suis conduit à expliquer un point singulier dans l'histoire de la science. Cette forte incertitude de $\frac{1}{80}$, dont l'aveu étonnera peut-être aujourd'hui, était hautement reconnue à la fin du dernier siècle; il était difficile alors de se faire l'illusion contraire en face des résultats discordants qu'une foule de calculateurs avaient déduits des observations originales. D'une part Pingré,

Lexell, Dionys du Séjour soutenaient la valeur 8″,8, précisément celle que nous venons de trouver; d'autre part Lalande, puis Delambre et enfin Ferrer, en 1810, voulaient la réduire à 8″,56; mais au moins Lalande avouait-il une incertitude de $\frac{1}{40}$, c'est-à-dire de 0″,2. Ce qui a départagé les astronomes, donné gain de cause pour 50 ans au chiffre erroné, et fait croire à la précision exquise du passage de 1769, c'est une concordance frappante qui se produisit plus tard entre cette détermination et la valeur conclue d'une source toute différente, c'est le calcul de Burg qui, de l'inégalité parallactique développée par Laplace et comparée aux observations lunaires de Greenwich, tira 8″,59 pour la parallaxe du Soleil. Cet accord fortuit de deux erreurs devait, en effet, frapper tous les esprits. Plus tard Encke trouva 8″,5776 ± 0″,0370 par l'ensemble des observations des passages de Vénus, et malgré les sages réserves qu'il eut soin de faire au sujet de cette faible erreur probable, elle fut prise peut-être trop au pied de la lettre. De là la confiance des astronomes dans la fausse parallaxe, confiance dont l'Académie a vu plus d'une fois des marques frappantes (1), et qui n'a pu fléchir que dans ces derniers temps sous le coup de preuves accumulées [nouvelles valeurs déduites des oppositions de Mars (Airy), de l'inégalité parallactique de la Lune (Hansen), de l'équation lunaire (Le Verrier), de la vitesse de la lumière (Foucault)].

» Néanmoins ces nouvelles déterminations ne paraissant pas beaucoup plus sûres que les valeurs déduites actuellement des seules durées du passage de 1769, il y aurait lieu, ce me semble : 1° de mettre M. Powalky en état de perfectionner son remarquable travail par une révision scrupuleuse des longitudes de quelques stations de 1769 encore douteuses aujourd'hui (après un siècle de discussions !); 2° de chercher à tirer le meilleur parti possible des deux prochains passages de Vénus.

» L'examen rapide que nous venons de faire du passage de 1769 suggère quelques idées plus ou moins neuves que je me hasarderai à soumettre aux observateurs futurs de 1874 et de 1882.

» 1° S'attacher à observer les contacts internes réels; quant aux contacts internes apparents, ils n'ont de valeur qu'au point de vue optique et personnel. Les contacts extérieurs apparents sont aussi des contacts réels, en ce qui concerne l'heure du phénomène (2).

---

(1) *Voir* ma Note sur les nouvelles tables des planètes intérieures [*Comptes rendus*, t. LIV, p. 630 (1862)].

(2) M. Powalky me permettra-t-il de rectifier un passage de son Mémoire qui pourrait

» 2° Se ménager le moyen de vérifier la mise au point de l'instrument au moment même de l'observation, surtout si l'on emploie un télescope, et préparer pour cela un collimateur bien abrité, afin de n'être pas à la merci d'images ondulantes.

» 3° Employer les lunettes les plus puissantes possible avec toute leur ouverture et les plus forts grossissements ; s'élever le plus possible au-dessus du sol.

» 4° Éviter autant que possible l'échauffement du corps de la lunette et de l'air intérieur (1), et pour cela ne découvrir l'objectif qu'au moment de l'observation. (On suivrait le phénomène avec un simple chercheur fixé à la lunette.)

» 5° Éviter autant que possible, dans le choix des stations, la nécessité d'observer très-près de l'horizon ; on sacrifierait au besoin quelque chose sur la grandeur des coefficients de la parallaxe, parce que la grandeur de la base ne compense pas les grosses erreurs qui peuvent résulter de l'observation d'images très-ondulantes (2).

» 6° Donner une relation circonstanciée du phénomène physique et y joindre des dessins, afin de ne laisser aucun doute sur la nature des observations. Ne pas perdre de vue que les effets ordinaires de l'irradiation

---

faire croire que, dans les contacts extérieurs, la bordure factice du disque solaire s'échancre *subitement* au contact extérieur par suite d'une disparition locale de l'irradiation ? « Cet anneau trompeur, dit-il, ne s'évanouit, lors du premier contact extérieur, qu'au moment du contact réel des deux corps, et il se forme alors brusquement une échancrure au bord solaire qui est parfaitement visible pour les bonnes lunettes. » Cela ne saurait être rigoureusement exact : au moment où l'observateur perçoit une échancrure sensible sur le disque apparent, la planète empiète de la même quantité sur le disque réel du Soleil. L'irradiation solaire se produit aussi bien sur le disque invisible de Vénus que sur le fond du ciel ; elle reporte seulement l'échancrure un peu plus loin ; la corde de l'échancrure ne doit pas être altérée ; l'échancrure apparente passe par tous les états possibles de grandeur.

(1) D'assez faibles variations de température dans les couches d'air renfermées dans le tube d'une lunette produisent des réfractions anormales très-singulières et peuvent dilater l'image du Soleil. Cet effet, qui est proportionnel à la longueur de la lunette, a dû être très-sensible dans la lunette de 36 pieds de Rittenhouse (1769), et explique la singulière observation de cet astronome à qui nous devons, je crois, l'ingénieuse invention des collimateurs. (Voir *Comptes rendus*, 1850, t. XXXI, mes Notes *sur les déclinaisons des étoiles fondamentales*.)

(2) *Voir* à ce sujet une Note importante de M. Stone dans les *Monthly Notices* de novembre dernier.

peuvent faire défaut : dans ce cas il serait utile d'exposer toutes les circonstances capables d'expliquer cette singularité (1).

» 7° Je conseillerai de faire concourir les procédés photographiques à l'observation du prochain passage de Vénus, dans deux ou trois stations, pour peu que les images des astres soient satisfaisantes. On emploierait, pour porter la plaque sensible, un appareil à coulisse avec enregistrement électrique, analogue à celui qu'un habile artiste, M. Porro, avait construit pour les observations méridiennes du Soleil que j'ai fait faire dans ses ateliers en 1860. Si on limitait l'image solaire à la portion où se trouve Vénus, on obtiendrait aisément, sur la même plaque collodionnée, une vingtaine d'empreintes espacées de seconde en seconde. Le simple mouvement d'une manivelle suffirait pour faire marcher la plaque d'un cran à chaque observation, découvrir l'objectif, admettre instantanément les rayons solaires sur la plaque et marquer ce dernier instant sur l'enregistreur électrique. Quatre plaques suffiraient donc pour un passage complet. Les expériences que nous fîmes en 1860 ont montré que l'observation méridienne du Soleil s'obtient ainsi avec une étonnante facilité, mécaniquement, en dehors du concours d'un observateur quelconque (2). Mais il faudrait étudier d'avance ce procédé pour l'appliquer commodément à une lunette ou mieux à un télescope monté parallactiquement : il ne semble pas qu'un mouvement d'horlogerie soit nécessaire.

» 8° Enfin il serait intéressant, à un autre point de vue, de suivre hors du Soleil le disque invisible de Vénus par la méthode spectroscopique si heureusement appliquée par MM. Janssen et Lockyer; on aurait, sur Vénus, le spectre pur de la lumière solaire renvoyée par notre atmosphère, et ses raies contrasteraient très-certainement avec celles des régions circumsolaires non masquées par la planète. Peut-être y aurait-il là un moyen de trouver Vénus invisible avant le premier contact extérieur, et de faciliter ainsi cette observation que l'on manque presque toujours, faute de savoir d'avance le point précis du disque où la première impression doit se faire.

» Quant à la partie géométrique du phénomène, il n'y a plus guère à

(1) Il y a lieu d'espérer à ce sujet d'heureux résultats des recherches annoncées par M. Le Verrier dans la dernière séance.

(2) *Voir* une Note sur l'état de la Photographie astronomique en France (*Comptes rendus*, t. L, p. 965).

s'en préoccuper, car M. Airy et après lui d'autres astronomes ont indiqué, il y a plusieurs années, les points du globe les plus favorablement situés. Je crois même qu'on songe déjà, chez nos voisins comme chez nous, à déterminer par des voyages nautiques les longitudes des stations où l'on se propose d'observer en 1874. »

« **M. Yvon Villarceau** se plaît à reconnaître ce que présente d'ingénieux l'application présentée par M. Faye, de la méthode de M. Janssen; il croit seulement devoir faire remarquer que les astronomes ne sont pas restés sans se préoccuper des moyens d'observer le premier contact d'une planète qui traverse le disque du Soleil. Rappelant que les expéditions envoyées par la France à l'étranger, pour observer les éclipses totales de Soleil de 1860 et 1868 étaient pourvues de télescopes montés équatorialement, il croit pouvoir assurer que la plupart des astronomes se serviront de ces appareils pour observer le prochain passage de Vénus. Or l'emploi de deux fils parallèles convenablement disposés suffit pour fixer le lieu du contact avec toute l'exactitude nécessaire. »

M. Faye répond:

« Notre savant confrère a bien raison de dire qu'avec une lunette montée parallactiquement on peut se passer de tout artifice physique, parce qu'il est aisé de déterminer d'avance, à très-peu près, la région du limbe solaire où la planète doit faire sa première impression; mais il n'en est plus tout à fait de même quand l'observateur n'a pu emporter un équatorial capable de porter une assez grande lunette. Encore aujourd'hui il existe fort peu de machines portatives de ce genre et surtout de cette puissance; je ne connais guère d'observatoires qui en possèdent. Il suffit d'ailleurs de lire les relations de 1769 pour se faire une idée des difficultés auxquelles on s'exposerait si l'on voulait absolument opérer en certains lieux avec un équatorial de grandes dimensions. L'essentiel ici, c'est d'observer avec une lunette puissante, très-stable et facile à garantir du vent et du soleil, sans avoir à se préoccuper d'appareils micrométriques qui compliqueraient l'instrument sans rien ajouter d'importaut à l'observation principale. Le procédé que j'ai indiqué pourra donc être utile, en 1874, à quelques observateurs placés dans ces conditions. Mais puisque M. Villarceau veut bien accorder à cette idée de l'intérêt au point de vue physique, je profiterai de l'occasion qu'il vient de m'offrir; quelques détails feront ressortir les res-

sources que la Physique nous offre aujourd'hui pour élargir le champ des observations ordinaires de l'Astronomie.

» En s'approchant du Soleil, Vénus (ou la Lune, ou Mercure) rencontre d'abord l'enveloppe hydrogénée qui s'étend régulièrement tout autour du Soleil, à une dizaine de secondes environ (10″ Lockyer, 15″ Secchi); c'est cette sorte d'atmosphère, portion jusqu'ici fort peu connue, mais intégrante du disque solaire, qui sera la première éclipsée; puis vient l'éclipse de la photosphère. Est-il possible d'observer l'éclipse de l'enveloppe hydrogénée? Oui, à l'aide du spectroscope. Peut-être même, si une idée mise en avant par M. Huggins, et plus tard par le fils de notre illustre confrère sir J. Herschel à son retour de l'Inde (1), peut se réaliser, nous sera-t-il donné d'assister à cette éclipse absolument comme à celle de la photosphère (2). Il suffirait pour cela que les chimistes vinssent à bout, sur notre demande, de colorer des liquides ou des solides transparents par gradations telles, qu'on pût y choisir un milieu ou en former une combinaison à peu près monochromatique, en concordance avec les raies principales de l'enveloppe hydrogénée. En remplaçant nos verres obscurcissants actuels par une certaine épaisseur de l'un de ces milieux, nous verrions Vénus (ou la Lune) échancrer en noir la mince enveloppe rose du Soleil et s'approcher peu à peu de la photosphère.

» Mais en admettant que ces essais échouent, nous savons, par MM. Janssen et Lockyer, que le phénomène pourra s'observer *indirectement* au spectroscope, soit qu'en promenant la fente parallèlement au bord du Soleil on voie Vénus ou la Lune faire disparaître les raies brillantes de l'hydrogène pour les remplacer par les raies noires de l'atmosphère terrestre, soit qu'en plaçant la fente dans le sens de la ligne des centres, on voie à la fois, dans trois spectres parallèles, les raies noires du Soleil, celles de notre atmosphère illuminée par le Soleil et, entre les deux spectres, les raies colorées de l'enveloppe rose, celles-ci se raccourcissant peu à peu et finissant par s'évanouir (seront-elles plus nombreuses alors?) au moment du contact. »

---

(1) *Monthly Notices of the Royal Astronomic Society*, n° du mois de novembre dernier, p. 4 et 5.

(2) Dans cette séance même, une brève communication de M. Janssen a montré à l'Académie que notre habile et savant missionnaire s'est préoccupé, aux Indes, des moyens de résoudre ce problème, sans s'arrêter à la première et brillante solution qu'il en a donnée, et dont la science pourrait si bien se contenter.

MÉCANIQUE. — *De l'équilibre des solides élastiques semblables;* *par* **M. Phillips.** (Extrait.)

« Le travail que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie a été conçu dans le but suivant. Il existe de nombreuses circonstances dans lesquelles les conditions d'équilibre des solides élastiques n'ont pu encore être déduites de la théorie mathématique de l'élasticité, et où elles ne sauraient être obtenues qu'au moyen de méthodes fondées sur des hypothèses plus ou moins approchées, lesquelles même souvent ne sont pas applicables. Il est donc utile de chercher comment, d'une manière générale, l'expérience peut suppléer à la théorie et fournir *à priori*, par les résultats de l'observation sur des modèles en petit, les conséquences désirables relatives à des corps de plus grandes dimensions qui peuvent n'être pas encore construits. De là, ce travail qui est basé directement sur la théorie mathématique de l'élasticité.

» J'ai traité d'abord, d'une manière générale, et en prenant pour point de départ les équations aux différences partielles fondamentales, la question de l'équilibre des solides élastiques semblables, supposés homogènes et d'élasticité constante et soumis à des forces extérieures agissant, les unes sur la surface, les autres sur toute la masse, et je me suis proposé la question suivante : « Trouver les conditions qui doivent être remplies pour que, » dans la déformation, les déplacements élémentaires des points homologues » soient parallèles et dans un rapport constant, et qu'il en soit de même » pour les forces élastiques, rapportées à l'unité de surface, agissant sur deux » éléments superficiels homologues quelconques, pris dans la masse des » corps. »

» La solution est très-simple et consiste en ce que, pour deux éléments homologues quelconques de la surface, les forces extérieures, rapportées à l'unité de surface, doivent être parallèles, de même sens et dans un rapport constant égal à $\alpha\gamma\delta$. Dans cette expression, α est le rapport des dimensions linéaires; γ, celui des densités, et δ, celui des forces agissant sur toute la masse, rapportées à l'unité de masse.

» J'ai examiné le cas, fréquent dans les applications, où les forces extérieures, agissant sur toute la masse, et lesquelles se réduisent ordinairement à la pesanteur, sont nulles ou négligeables. Dans ce cas la solution de la question proposée se simplifie, et la seule condition imposée est que, pour deux éléments homologues quelconques de la surface, les forces extérieures, rapportées à l'unité de surface, doivent être parallèles, de même sens et

dans un rappprt constant quelconque, K. Il arrive alors que, si les parties homologues des deux corps que l'on compare sont formées des mêmes substances, le rapport des déplacements des points homologues est $K\alpha$. Si, en outre, $K = 1$, les deux corps déformés restent semblables entre eux, ce qui n'a pas lieu, d'une manière générale, quand les forces appliquées à toute la masse ne sont pas négligeables.

» J'ai examiné le cas où les corps sont soumis, en certains points de leur surface, à des forces isolées, que l'on suppose ordinairement appliquées chacune en un seul point, quoique en réalité on doive considérer leurs points d'application comme répartis sur une étendue extrêmement petite. Je montre qu'alors ces forces, comparées deux à deux pour les points homologues, doivent être parallèles et de même sens, et dans un rapport constant égal à $\alpha^3\gamma\delta$. Si les forces appliquées à toute la masse sont nulles ou négligeables, ce rapport doit être égal, non plus à $\alpha^3\gamma\delta$, mais à $K\alpha^2$.

» Après avoir étudié ce qui est relatif à des corps isolés et libres, je me suis occupé des systèmes de corps à liaisons, en me restreignant aux trois catégories suivantes, lesquelles sont les plus fréquentes dans les applications.

» Ces liaisons, supposées sans frottements, consisteraient en ce que : 1° certains points seraient fixes ou à une distance invariable les uns des autres ; 2° certains points seraient forcés de rester sur une courbe fixe ou sur une surface fixe; 3° certaines parties du système, considérées comme des solides invariables, seraient limitées par des surfaces assujetties à rester tangentes les unes aux autres. Sur cette question j'ai examiné trois cas principaux. Pour tous, les parties homologues des deux systèmes que l'on compare sont formées des mêmes substances, et leurs liaisons sont les mêmes et semblables.

» Dans le premier cas, les forces appliquées à toute la masse sont négligeables et $K = 1$. Alors les conditions de similitude établies précédemment s'appliquent. Les deux systèmes restent semblables après la déformation, et les forces élastiques, rapportées à l'unité de surface, sont les mêmes pour deux éléments superficiels homologues quelconques.

» Dans le deuxième cas, les forces appliquées à toute la masse ne sont pas négligeables, et l'on a $\alpha\delta = 1$ ou $\delta = \frac{1}{\alpha}$.

» Il peut sembler étrange tout d'abord que l'on puisse faire $\delta = \frac{1}{\alpha}$, car ordinairement la force agissant sur toute la masse est la pesanteur, et, si elle est la même pour les deux systèmes, on aura nécessairement $\delta = 1$.

Mais je montre plus loin comment, en faisant intervenir des forces d'inertie et particulièrement la force centrifuge, on peut faire en sorte que, pour le système de petites dimensions, pour le modèle, la force agissant sur toute la masse et rapportée à l'unité de masse soit très-supérieure à la pesanteur et égale à la valeur qu'on veut lui donner. Les conditions générales de similitude indiquées plus haut pour toute espèce de forces s'appliquent alors. Les deux systèmes déformés restent semblables entre eux, et les forces élastiques, rapportées à l'unité de surface, sont les mêmes pour deux éléments superficiels homologues quelconques. Ce fait ou théorème me paraît mériter d'appeler plus particulièrement l'attention.

» Dans le troisième cas, les forces appliquées à toute la masse ne sont pas négligeables; $\alpha\delta$ est quelconque, et les seules liaisons existantes consistent en ce que certains points seraient fixes. Alors, les conditions de similitude trouvées pour les forces s'appliquent toujours. Seulement les deux systèmes déformés ne restent pas semblables entre eux. Deux éléments superficiels homologues quelconques sont soumis à des forces élastiques, qui, rapportées à l'unité de surface, sont parallèles, de même sens et dans le rapport $\alpha\delta$.

» La théorie précédente est susceptible d'être appliquée dans de nombreuses circonstances. Ainsi, pour le cas fréquent où les forces agissant sur toute la masse, lesquelles se réduisent ordinairement à la pesanteur, sont négligeables, on pourrait souvent en faire usage à propos des colonnes ou poteaux verticaux, des ponts métalliques, des fermes de combles, des chaudières à vapeur, etc.

» Examinons maintenant, spécialement au point de vue des applications, le cas général, celui où les forces agissant sur toute la masse ne sont pas négligeables. C'est ce qui arrive notamment pour les grands ponts métalliques, par exemple pour les ponts tubulaires. Au premier abord, on se trouve en présence d'une difficulté assez sérieuse. En effet, le rapport des forces élastiques, rapportées à l'unité de surface, pour deux éléments superficiels homologues quelconques, est égal à $\alpha\gamma\delta$. Il en résulte que, si les parties homologues sont composées des mêmes substances, et si les forces extérieures agissant sur la masse sont les mêmes, d'où $\gamma = 1$ et $\delta = 1$, le rapport des forces élastiques devient égal à α, pour deux éléments superficiels homologues quelconques. Or α sera en général une fraction assez petite, de sorte que, dans le système de dimensions réduites, les forces élastiques seront trop faibles et leurs effets ne pourront pas se manifester

suffisamment par l'observation. Mais il est un moyen qui, à moins de circonstances exceptionnelles, semble propre à lever cette difficulté. Il suffit pour cela de faire en sorte que, γ restant égal à l'unité, δ devienne assez grand et très-supérieur à l'unité, de manière que $\alpha\gamma\delta$ soit 1 ou plus grand que 1. Remarquons à cet effet que, dans le système de grandes dimensions, la force dont nous nous occupons ici est presque toujours celle de la pesanteur. Supposons maintenant que, dans le système de dimensions réduites, on fasse naître une force agissant sur toute la masse; que cette force ait une direction à très-peu près constante et une valeur qui, rapportée à l'unité de masse, soit sensiblement la même en tous les points, et enfin qu'elle soit très-supérieure à la pesanteur. On aura évidemment par là résolu la question. Or il suffit, pour remplir ces conditions, de recourir aux forces d'inertie et particulièrement à la force centrifuge.

» Qu'il s'agisse, par exemple, d'une poutre de pont. Sans entrer dans les détails de construction, et en se bornant au point de vue général de la question qui nous occupe, on voit qu'on remplirait les conditions voulues en communiquant au modèle un mouvement de rotation uniforme et suffisamment rapide autour d'un axe parallèle à la poutre, et assez éloigné de celle-ci pour que tous les points de la poutre puissent être regardés comme à très-peu près à la même distance de l'axe de rotation. On comprend d'ailleurs que, dans le cas actuel, il serait convenable que l'axe de rotation et la poutre fussent verticaux, afin de rendre à peu près insensibles les effets de la pesanteur sur le modèle. Pour celui-ci, la force centrifuge jouera, tant pour les forces agissant sur la masse que pour celles appliquées à la surface, le rôle rempli par la pesanteur dans la poutre de grandes dimensions.

» Soit, comme exemple, le pont tubulaire Britannia, sur le détroit de Menai, dont la longueur totale, en quatre travées inégales, est de 430 mètres, le poids du fer d'un tube entier étant de 4 740 000 kilogrames.

» Supposons, pour le modèle, $\alpha = \frac{1}{50}$, d'où résulte pour celui-ci une longueur totale de $8^{m},60$ et un poids de 38 kilogrammes. On le placerait verticalement et on le ferait tourner autour d'un axe vertical situé à une distance moyenne de 2 mètres. Pour que les forces élastiques soient les mêmes de part et d'autre, on ferait $\delta = 50$, et on en conclut qu'il faudrait pour cela que le modèle fasse $2\frac{1}{2}$ tours par seconde. Si l'on voulait que les forces élastiques du modèle fussent doubles de celles du pont, il fau-

drait $3\frac{1}{2}$ tours par seconde; il faudrait $4\frac{1}{3}$ tours par seconde pour qu'elles fussent triples, et ainsi de suite.

» Concevons maintenant en un certain point du pont une charge isolée de 10 000 kilogrammes. Si l'on cherche, d'après les règles établies plus haut, quel poids devra être appliqué contre le point homologue du modèle pour que la force centrifuge due à ce poids exerce contre le modèle l'effort transversal exigé, on trouve que ce poids doit être de $0^{kil},080$.

» Les mêmes règles servent à déterminer, pour le modèle, les conditions de la charge uniformément répartie.

» J'ai appliqué les mêmes considérations à un second exemple, celui du pont tubulaire de Conway, et j'en ai donné deux solutions, l'une pour une échelle de réduction de $\frac{1}{20}$ et l'autre pour une échelle de $\frac{1}{50}$.

» Je terminerai cette communication par une remarque. Peut-être les notions précédentes pourraient-elles être appliquées avec fruit dans les études préliminaires d'un projet qui, depuis quelques années, a occupé l'attention et qui consisterait à relier la France et l'Angleterre au moyen d'un pont métallique, reposant sur des piles gigantesques, très-espacées entre elles. Il y aurait là une application, fondée sur des principes rigoureux et analogue aux expériences préliminaires faites avant la construction des ponts tubulaires dont j'ai parlé plus haut, par de célèbres ingénieurs, MM. Stephenson, Fairbairn et Hodgkinson. Il est permis d'ailleurs de croire qu'on pourrait ainsi éclairer utilement par avance la question de la possibilité ou de l'impossibilité de ce projet. »

SÉRICICULTURE. — *Sur les bons effets de la sélection cellulaire dans la préparation de la graine de ver à soie.* Lettre adressée au Maréchal Vaillant par **M. Pasteur.**

« Vous avez eu l'obligeance de me confier les produits de vos petites éducations de cette année : l'intérêt de leurs résultats est bien plus grand que nous ne le pensions. J'y trouve de nouvelles preuves fort démonstratives de la vérité des principes que j'ai établis.

» Permettez-moi de vous rappeler sommairement ce qui s'est passé entre nous, au sujet de vos expériences. Vous aviez élevé en 1867, dans votre cabinet, une petite quantité de graine venant de Transylvanie, déjà reproduite par vous en 1866. Dans une visite que j'eus l'honneur de vous faire, à mon retour du Midi, au mois de juillet 1867, je reconnus qu'un certain nombre de vos papillons étaient malades et les autres sains. Je vous ai proposé alors de les soumettre à un partage devant donner deux sortes de

graine, l'une de très-bonne qualité, l'autre plus ou moins suspecte. Vous avez bien voulu accepter mon offre, et, afin de mettre mes assertions à l'épreuve de l'expérience, vous avez élevé ces deux catégories de graine en 1868. Dans une lettre rendue publique, vous avez déjà fait savoir que la première graine dont il s'agit vous avait donné des vers si bien exempts de la maladie régnante, qu'aucun d'entre eux n'était mort pendant le cours de l'éducation; tandis que les œufs que j'avais déclarés devoir être en partie mauvais, bien qu'ils eussent la même origine et qu'ils fussent sortis de la même éducation que les précédents, vous ont offert une perte de 25 pour 100, ce qui est considérable, si l'on observe que cette perte a été évaluée sur les vers arrivés à un âge assez avancé. Vous remarquerez cependant, d'après la Note dont j'ai fait précéder votre lettre, à la fin de mon Rapport au Ministre de l'Agriculture, que les œufs issus de vos mauvais papillons n'en renfermaient pas 3 pour 100 de corpusculeux au moment de leur éclosion : preuve nouvelle du danger que l'on court en élevant des graines produites par des papillons chargés de corpuscules, alors même que ces petits corps n'ont pas pris naissance dans les chrysalides assez tôt pour introduire dans les œufs une forte proportion de sujets corpusculeux. Vous avez eu, en outre, dans cette même éducation à 25 pour 100 de non-valeur, un grand nombre de cocons *fondus*, ce qui est la preuve ordinaire de l'existence de vers atteints de la maladie des morts-flats.

» Cela posé, voici le résultat des observations que je viens de faire faire sous mes yeux sur les papillons des deux éducations précédentes et sur les œufs qui en proviennent.

» Les papillons des premiers vers, de ceux qui étaient exempts de maladie, sont eux-mêmes irréprochables, et j'affirme, par avance, que la graine qu'ils ont pondue, si vous voulez bien l'élever en 1869, vous donnera les plus beaux produits. Quant aux papillons sortis de la graine que j'avais condamnée, ils étaient tellement mauvais pour la reproduction, malgré la réussite partielle que vous avez obtenue, que je me crois autorisé à prédire l'échec le plus radical de leur graine. Vous possédez plusieurs onces de cette graine : eh bien, agissez comme vous l'entendrez, par petite ou par grande éducation; employez les soins les plus minutieux, et, vous aurez beau faire, aux Tuileries comme à votre châlet de Vincennes, vous n'en retirerez peut-être pas un seul cocon. Que d'enseignements pour les éducateurs, s'ils savent les comprendre! Dans les faits que je viens de relater, nous avons le tableau, réduit mais fidèle, des succès et des revers qui tour à tour soutiennent l'espérance ou entretiennent les malheurs de l'industrie

séricicole depuis vingt ans. En effet, vous aviez, en 1867, à la suite de deux éducations heureuses, des reproducteurs qui étaient à votre insu en partie excellents et en partie malades. Leurs première et deuxième générations se seraient peut-être encore bien comportées en 1868 et en 1869; mais en 1870, au plus tard, tous vos vers auraient péri. Grâce au microscope et à un travail si facile que j'y ai habitué jadis un enfant de sept à huit ans, vous avez rendu une race à sa première vigueur, en même temps que dans une autre série d'épreuves vous la détruisiez sans retour. La sélection cellulaire qui a conduit à ce double résultat ne pourrait, il est vrai, devenir industrielle et correspondre à de vastes grainages; mais j'ai démontré depuis longtemps que la sélection peut s'appliquer, non aux individus isolés, mais à de grandes familles, c'est-à-dire aux chambrées elles-mêmes; d'un côté, il en existe partout d'entièrement saines et en outre il est facile d'accroître le nombre de celles-ci en proportion du soin que l'on apporte dans le choix préalable des graines servant à les produire.

» Souvenez-vous, je vous prie, de ce qui est arrivé successivement pour tous nos départements de petite culture. Chacun d'eux, à une époque déterminée, a eu le privilége de pouvoir fournir aux départements séricicoles de la graine parfaitement saine. On a vanté tour à tour dans les Cévennes, dans l'Ardèche, dans la Drôme, la graine de Perpignan, celle de l'Aude, des Basses-Alpes, de Montauban, de l'Aveyron, du Lot, du Cher, de Tours, de Limoux, tout comme en 1866 et 1867 on aurait pu faire l'éloge de la graine du Maréchal Vaillant. Mais dans toutes ces localités le mal, insensible d'abord, s'est développé peu à peu, et la célébrité de toutes ces graines s'est évanouie, parce que l'on manquait d'une méthode propre à avertir les éleveurs de la dégénérescence de leurs éducations et capable de rendre à ces dernières leur vertu originaire par l'emploi de graines *reconnues* pures. De même que vous avez conservé à la santé une partie de vos vers, par une sélection facile, de même on pourra, quand on le voudra, rendre les grainages prospères dans tous nos départements de petite culture, et ultérieurement dans les autres. Il suffira de recourir à la méthode que j'ai proposée pour la recherche et la multiplication des chambrées pour graines, de façon à n'élever, dans ces départements de petite culture, que des graines irréprochables. Cela est d'autant plus facile, que la France compte seulement quatre ou cinq départements séricicoles contre trente ou trente-cinq où la culture du mûrier est fort restreinte. Ces derniers néanmoins peuvent amplement suffire à alimenter de graines toutes les magnaneries de l'Ardèche, de la Drôme, du Gard,........

» Je suis heureux de pouvoir ajouter qu'au milieu des obstacles et des contradictions que suscitent l'ignorance ou l'intérêt, et qui sont inséparables de toute application nouvelle, le progrès de mes études commence à se faire jour sur divers points de la France. On se préoccupe de plus en plus de l'immense intérêt pratique qu'il y a à s'assurer de la vérité des résultats de mes expériences. Puissent les éducateurs apporter dans cette vérification l'esprit de suite que vous y avez mis vous-même. Vous connaissez le succès dû à l'initiative de la Société d'Agriculture de Perpignan. En ce moment même les éducateurs des Pyrénées-Orientales, loin d'arracher les mûriers, comme on l'a fait imprudemment dans bon nombre de localités, les recherchent à prix d'or, partout où il en existe. Le Conseil général de Vaucluse, imitant celui du Gard, a recommandé expressément la recherche des chambrées pour graine, en suivant mes indications, et il a ordonné le dépôt d'un microscope dans chaque chef-lieu de canton. Je viens d'apprendre que, grâce aux observations de M. Ligonnhe, Membre de la Société d'Agriculture de Montauban, le Tarn-et-Garonne sera, cette année, pourvu d'une multitude de lots de graines issues de chambrées dont le microscope a assigné par avance la bonne qualité pour la reproduction. A Grenoble, un jeune et habile praticien, M. Sirand, a publié, au sujet de mes recherches, des observations pleines d'intérêt. Dans les Basses-Alpes, l'exemple de M. Raibaud-l'Ange provoque les plus louables efforts. On parle même d'y créer une Association qui aurait spécialement pour but la recherche des cocons pour graines. Enfin, M. Cornalia, dont le nom est d'une si grande autorité en ces matières, m'a informé récemment qu'un certain nombre de grainages ont été faits, cette année, en Italie, d'après ma méthode, et qu'on y a été encouragé par le succès extraordinaire obtenu par quelques personnes qui déjà l'avaient appliquée en 1867, notamment par M. le Marquis Luigi Crivelli, à Inverigo, et par M. Bellotti, tous deux bien connus en Italie par leurs travaux de sériciculture. »

« **M. Bouley** demande à communiquer à l'Académie les résultats de recherches expérimentales qui ont été faites, cet été, sur une maladie du gros bétail de l'ancienne Auvergne, par une Commission officielle dont M. le Ministre de l'Agriculture lui avait donné la Présidence, et dont M. A. Sanson était le secrétaire-rapporteur.

« Cette maladie, dit M. Bouley, règne dans les montagnes du Cantal et du Puy-de-Dôme depuis un temps immémorial, et les habitants de ces pays la désignent sous le nom de *mal des montagnes*, dénomination qui implique

l'idée qu'elle est inhérente au sol des localités où elle sévit, et qu'elle dépend de conditions qui leur appartiennent en propre. Ce n'est pas la première fois que l'Administration de l'Agriculture se préoccupe de cette épizootie, qui est, pour les montagnes de l'Auvergne, un véritable fléau. A différentes reprises, des Commissions officielles ont été instituées pour l'étudier et en rechercher les causes, et il est remarquable qu'à la fin du siècle dernier, un des premiers élèves sortis de l'École d'Alfort, qui venait d'être fondée, ait bien reconnu les véritables caractères de cette épizootie, dont il a donné une bonne description dans le journal qu'on appelle *les Instructions vétérinaires*. Petit (c'est le nom de ce premier observateur) pensait que le *mal des montagnes* n'était autre chose que le *charbon*. Depuis lors cette notion vraie s'est trouvée obscurcie, puis on a fini par la perdre de vue, et l'idée qui a prédominé jusque dans ces derniers temps a été que le mal des montagnes de l'Auvergne dépendait de certaines plantes malfaisantes qui exerçaient sur l'organisme des bestiaux une influence toxique.

» Quoi qu'il en soit de cette manière de voir, sur laquelle il est inutile d'insister plus longuement, une nouvelle Commission fut nommée l'année dernière, sur la demande instante des localités infectées, et voici les résultats principaux qu'elle a obtenus par ses recherches, et que je crois utile de communiquer aujourd'hui à l'Académie (1) :

» M. le Ministre de l'Agriculture ayant mis très-libéralement à la disposition de la Commission les fonds nécessaires pour faire les expériences que comportaient les recherches qu'il s'agissait de poursuivre, un premier fait a pu être immédiatement constaté, à savoir : que le *mal des montagnes* était une maladie virulente et transmissible par inoculation au bœuf, au mouton et au lapin. L'étude des animaux malades naturellement et des sujets auxquels la maladie était transmise par inoculation a mis hors de doute que cette maladie n'était autre que le charbon, comme Petit l'avait reconnu dès la fin du siècle dernier. De fait, dans les localités infectées par le mal des montagnes, il existe une circonstance qui aurait dû éclairer de longue date sur la nature de cette épizootie : je veux parler de la coexistence de la pustule maligne sur l'homme avec le mal qui sévit sur les bestiaux.

---

(1) Cette Commission était composée de MM. Bouley, Membre de l'Institut, Président; Teilhard-Lathérisse, docteur-médecin à Murat; Marret, vétérinaire à Allanche; Tournadre, maire de Marcenat; Bonnet, maire d'Allanche; Baillet, professeur à l'École Vétérinaire d'Alfort; Chauveau, professeur à l'École Vétérinaire de Lyon; Richard (du Cantal), agriculteur du département; Felgère et Missonnier, vétérinaires à Murat, et A. Sanson, secrétaire-rapporteur.

» Une fois reconnue la nature charbonneuse du *mal des montagnes*, la Commission a cru devoir mettre à profit l'occasion qui s'offrait à elle pour étudier la question de savoir si la virulence du sang charbonneux dépendait exclusivement de la présence des bactéries dans ce liquide; et je dois dire que les recherches faites dans ce sens, particulièrement par M. Sanson, ne sont pas confirmatives de cette opinion.

» Il résulte, en effet, des recherches faites à Allanche, petite ville du Cantal, où la Commission s'était installée : 1° que du sang puisé sur un animal charbonneux peut transmettre le charbon, quand bien même le microscope n'y fait reconnaître la présence d'aucune bactérie; 2° que du sang charbonneux qui contient des bactéries en très-grande quantité perd sa propriété virulente par la dessiccation et ne la récupère pas par son délayement dans l'eau, quoique les bactéries y restent parfaitement visibles; 3° que le sang des lapins morts à la suite de l'inoculation du charbon contient toujours des bactéries, quand bien même le liquide inoculé n'en contenait pas; tandis que, chez les ruminants, veaux ou moutons, morts dans les mêmes conditions, ou à la suite de la maladie contractée naturellement, la présence des bactéries dans le sang examiné après la mort n'est pas constante : tantôt on en trouve, tantôt il n'en existe pas, et, dans ce dernier cas, la virulence du sang essayé par l'inoculation ne se montre pas moins active.

» M. Sanson, rapporteur de la Commission, a émis sur les conditions de la virulence, dans les maladies charbonneuses, une opinion qu'il a déjà fait connaître, du reste, par les voies de la publicité, et dont je crois devoir lui laisser l'honneur comme la responsabilité. Suivant lui, le plasma du sang charbonneux subit une modification en vertu de laquelle son albumine passe à l'état de diastase et peut transformer, dans les conditions ordinaires, l'amidon en glucose. Suivant lui encore, la même modification se produit dans le sang extrait des veines d'un animal sain, et abandonné aux influences naturelles, dans un tube fermé. Du sang, ainsi traité, a été inoculé à six animaux ruminants, au moment où son examen a fait juger qu'il avait dû subir la modification diastasique, et, sur l'un de ces animaux, l'inoculation de ce sang a donné lieu à la manifestation de tous les symptômes de l'affection charbonneuse, absolument identiques à ceux que l'on observe sur les sujets inoculés avec du sang provenant d'animaux charbonneux.

» D'après cette manière de voir, et d'après ce fait expérimental, malheureusement unique encore, l'altération subie par le sang charbonneux ne serait autre qu'une fermentation putride; le sang charbonneux et le sang dans lequel la fermentation putride commence à se manifester auraient

ce caractère commun : que, dans l'un et dans l'autre, l'albumine modifiée jouirait des propriétés de la diastase et pourrait déterminer la transformation en glucose de l'empois d'amidon. L'un et l'autre, enfin, auraient cet autre caractère commun, qu'inoculés, ils donneraient lieu à la manifestation de la même maladie : le charbon.

» Je ne fais qu'exprimer ici l'opinion de M. Sanson, sans l'adopter, pour ma part, puisqu'il ne m'a pas encore été possible de la vérifier expérimentalement; mais il m'a paru juste de la mettre en relief et de l'attribuer à qui a le droit de la revendiquer comme sienne. Si l'expérience, au contrôle de laquelle elle va être nécessairement soumise, venait à en confirmer la justesse, ce serait là, à coup sûr, un fait considérable.

» J'arrive maintenant à un résultat très-important obtenu par les travaux de la Commission.

» Je veux parler du traitement du mal des montagnes. Jusqu'à présent, on s'est plus préoccupé de rechercher la cause de cette maladie que les moyens d'y porter remède. La Commission dont j'avais l'honneur de diriger les travaux a pensé que c'était ce dernier but qu'elle devait surtout se proposer. De tout temps, et plus particulièrement depuis la fondation des écoles vétérinaires, on a reconnu l'analogie qui existe entre les maladies charbonneuses et les maladies putrides; et c'est aux agents dits *antiseptiques* qu'on a demandé des ressources pour combattre les premières comme les secondes. Cette manière de voir, que tend à confirmer l'inoculation, rapportée plus haut, d'un sang putride, donnant lieu à la manifestation d'une maladie identique au charbon tout au moins par ses symptômes, cette manière de voir, disais-je, devait conduire naturellement à essayer contre le charbon un agent antiseptique par excellence : l'acide phénique. Les essais qui en ont été faits à Allanche ont donné de premiers résultats qui sont gros d'espérances. Dans les expériences d'inoculation faites par la Commission, tous les animaux inoculés efficacement, et sur lesquels la maladie transmise a été abandonnée à sa marche naturelle, sont morts sans aucune exception. Ce fait bien établi, on a inoculé le charbon à quatre brebis et à un taurillon, et lorsque les symptômes qui se sont manifestés ont mis hors de doute que l'inoculation avait produit ses effets, on leur a administré des potions phéniquées, contenant 1 gramme d'acide phénique du commerce pour 100 grammes d'eau. La dose pour le sujet de l'espèce bovine a été de 10 grammes d'acide phénique dans un litre d'eau, administrés en deux doses égales, et pour les brebis de 1 gramme seulement. Sur les

quatre brebis inoculées, une seule est morte, mais plus tardivement que lorsque l'inoculation suit sa marche naturelle; les trois autres ont survécu, ainsi que le taurillon.

» Je dois ajouter qu'un Membre de la Commission, M. Missonnier, vétérinaire à Murat, a traité avec succès par de l'eau phéniquée au centième deux vaches affectées du charbon, contracté naturellement; qu'un homme et son enfant, atteints l'un et l'autre de la pustule maligne, et dont l'état était extrêmement grave, ont été sauvés par l'emploi de l'acide phénique, administré *intus* et *extra*. Enfin les expériences d'Allanche, ayant été communiquées à un vétérinaire, M. Lemaître, qui exerce à Étampes, c'est-à-dire dans un pays où le charbon règne en permanence, l'acide phénique, suivant le mode indiqué ci-dessus, a été administré par lui à cinq chevaux affectés de cette maladie, et tous les cinq ont survécu.

» Tels sont les faits qui résultent des expériences faites jusqu'à présent. Je sais combien il faut se montrer prudent et réservé lorsqu'il s'agit de déclarer qu'un agent médicamenteux possède des propriétés curatives certaines. On peut dire des médicaments, ce qui a été dit des livres : *habent sua fata!* Et de fait, combien en est-il qui ont joui d'une vogue éphémère et desquels on a pu dire plaisamment « qu'il fallait se hâter de s'en servir » *pendant qu'ils guérissaient!* » Aussi, je me garderai bien d'être trop affirmatif à l'égard des propriétés *anticharbonneuses* de l'acide phénique. Seulement les faits déjà recueillis autorisent l'espérance, et j'ai cru utile de les communiquer, dès à présent, à l'Académie, afin qu'on multiplie les expériences, qui pourront fournir tous les éléments propres à résoudre décidément la question que je viens de soumettre à l'Académie, au nom de la Commission dont j'étais le Président, et dont M. Sanson a été, je me plais à le dire, le Membre le plus actif et le plus assidu. »

MÉMOIRES LUS.

PHYSIOLOGIE. — *Note sur la vitalité d'une éponge de la famille des* Corticatæ, *la* Tethya lyncurium, *Lamarck; par* **M. Léon Vaillant.**

(Renvoi à la Section de Zoologie.)

« L'obscurité qui enveloppe encore aujourd'hui l'histoire physiologique des spongiaires, malgré les remarquables travaux publiés sur ce sujet, surtout dans ces dernières années, par MM. Bowerbank, Lieberkuhn, Oscar

Schmidt, m'a engagé, depuis plusieurs année, à tenter quelques expériences, dans le but d'éclairer les phénomènes relatifs à la vitalité des tissus chez ces êtres. A l'exemple du premier des auteurs que je viens de citer, j'ai cherché à reconnaître la manière dont ces animaux réparent les pertes de substance qu'on peut leur faire subir, j'ai essayé également de les greffer entre eux de manières variées.

» L'espèce qui m'a spécialement servi appartenait à la section des *Corticatæ*, O. Schmidt, c'est la *Tethya lyncurium*, Lamarck, commune sur les côtes de Bretagne et que sa complication histologique, aussi bien que sa forme régulière, rendent plus propre aux expérimentations que les espèces de la section des *Halichondriæ*, dont s'est servi M. Bowerbank. Seulement elle ne peut vivre en captivité assez longtemps et n'habite que des parties profondes, telles que celles limitées par Audouin et M. Milne Edwards, sous le nom de troisième et quatrième zones, ce qui rend l'observation difficile.

» J'ai cherché à isoler la substance corticale, puis la substance médullaire de ces deux éponges, à retrancher dans d'autres cas des portions prises dans différents sens, à opérer des sections, pour observer la manière dont s'effectue la reproduction des deux tissus et la cicatrisation, enfin à réaliser des greffes soit de la *Tethya lyncurium* sur elle-même, soit des différentes éponges des genres *Sycon*, *Halichondria*, *Reniera*, *Polymastia*, sur cette même espèce.

» De ces expériences, assez nombreuses, puisqu'elles s'élèvent aujourd'hui à près de cinquante, je crois pouvoir déduire les conclusions suivantes :

» 1° Les deux substances qui entrent dans la composition de la *Tethya lyncurium* sont également capables de se reproduire l'une l'autre, la substance médullaire isolée reformant la substance corticale, et réciproquement.

» 2° La vitalité de la substance corticale est cependant plus grande que celle de la substance médullaire, ce qui est en rapport avec sa constitution histologique. Elle est susceptible de produire des prolongements capables de reformer des adhérences à l'éponge, lorsque celle-ci a été expérimentalement détachée. Sa contractilité est aussi plus notable que celle de la substance médullaire, si même celle-ci possède cette propriété.

» 3° La substance corticale joue certainement dans l'économie de l'éponge un rôle spécial de protection par sa substitution même.

» 4° La greffe d'individu à individu dans cette espèce est facile, mais toutefois demande un certain temps pour être complète.

» 5° La greffe d'un genre différent sur la *Tethya lyncurium* n'a pu jusqu'ici être obtenue. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Sur la photographie vitrifiée.* Note de **M. E. Duchemin**, présentée par M. Balard.

» Les plaques d'émail utilisées pour le genre de peinture où excellait l'illustre Petitot, et de nos jours si habilement appliquées à la photographie vitrifiée, se font sur cuivre ou sur or, quelquefois sur platine, métal qui peut supporter la plus haute température; elles se composent principalement de silice, d'oxyde d'étain et d'oxyde de plomb; elles atteignent un prix fort élevé et ont le tort de ne pouvoir représenter une surface plate, grave défaut qui, jusqu'à ce jour, a mis l'opérateur dans l'obligation de faire la photographie sur émail par voie de transport. Le verre en feuille couvert d'un émail fusible à base d'arsenic peut, au contraire, remplacer très-économiquement ces plaques, tout en se comportant bien au feu, et ouvrir une voie nouvelle au progrès de la photographie et des beaux-arts. Toutefois, la fusibilité de l'émail doit être toujours plus grande que celle du verre; mais, par contre, la dilatation du verre doit aussi, toutes choses égales d'ailleurs, être en rapport avec celles de l'émail. Les anciens nous ont enseigné pour ainsi dire cette nécessité, en contre-émaillant les métaux de façon à contre-balancer la dilatabilité des corps. Il n'est donc pas indifférent de se servir de tel ou tel verre pour l'application d'un émail plus ou moins fusible. Et jusqu'au milieu du XVIII^e^ siècle, la nature des verres employés eût rendu presque impossible l'emploi du verre-émail fusible, objet de cette communication. Mais les immenses conquêtes que la chimie a faites depuis cinquante ans ont donné aux divers verres modernes des qualités telles, que beaucoup d'entre eux pourront se prêter à l'application de l'émail suivant :

Arsenic	30 grammes.
Sel de nitre	30 »
Sable	90 »
Litharge	250 »

» Ce genre de verre émaillé, qui n'est pas encore fabriqué industriellement en France, peut notamment, en dehors d'un important emploi pour la photographie, trouver des applications nombreuses et utiles : ainsi, l'on peut

dessiner et écrire sur ce verre aussi couramment que sur le papier, et *il ne faut pas plus d'une minute ensuite pour rendre* (dans un moufle ouvert et sans difficulté) l'écriture inaltérable. Or ce procédé, que j'applique à la photographie vitrifiée, opaque ou transparente, permettrait, d'un autre côté, de perpétuer facilement les dessins, les autographes, les actes administratifs qui doivent être exposés à l'action du temps, les étiquettes *explicatives* pour les établissements d'horticulture, etc.

» Les spécimens de dessins, d'écriture et de photographies que j'ai eu l'honneur de faire passer sous les yeux de l'Académie, dans les séances des 7, 14 et 28 décembre 1868, ne doivent laisser aucun doute à ce sujet.

» J'aborde tout spécialement maintenant la question des épreuves photographiées. Pour l'exécution directe, sans collodion ni transport, le verre-émail dont je me sers n'a subi d'autre préparation qu'un simple dépolissage qui lui permet de s'appliquer intimement sur un cliché. Si, après le polissage, la surface de l'émail est suffisamment glacée, on obtient des photographies de la plus grande finesse. C'est, en un mot, une surface parfaitement planée, et dont l'émail est plus ou moins épais ou transparent (qu'on n'aurait pas pu obtenir facilement et économiquement avec l'émail sur métal), qui me sert pour recueillir l'image photographique, soit dans la chambre noire, soit sous un négatif ou un positif, selon que j'exécute l'opération avec telle ou telle substance.

» Que j'emploie, par exemple, le bitume de Judée ou le citrate de fer, soit le perchlorure de fer et l'acide tartrique, soit les bichromates, ou un autre sel, quelques minutes suffisent pour obtenir, sans collodion ni transport, une bonne épreuve photographique.

» Prenons, par exemple, le bichromate de potasse, en employant la solution suivante :

Eau	100	grammes.
Gomme	4	»
Miel	1	»
Bichromate en cristaux	3	»

» En étendant cette solution parfaitement filtrée sur un verre-émail et séchant l'émail ainsi impressionné, il suffit pour livrer une épreuve vitrifiée, après l'impression à la lumière, de quatre simples opérations, qui peuvent s'exécuter en quelques minutes :

» 1° Exposition du verre sensibilisé à la lumière;

» 2° Développement de l'image au moyen d'un blaireau et de la poudre, dont voici la formule :

Oxyde de cobalt....................	10 grammes.
Oxyde de fer noir..................	90 »
Minium.............................	100 »
Sable..............................	30 »

» 3° Décomposer le bichromate de potasse, en plongeant l'épreuve développée dans un bain composé de :

Eau................................	100 grammes.
Acide chlorhydrique................	5 »

» Ensuite laver l'épreuve dans l'eau pure et la faire sécher.

» 4° Vitrification de l'épreuve sur une plaque de fonte bien lisse et couverte d'une couche de craie, de façon à ne pas déformer le verre-émail qu'on veut vitrifier. Il suffit d'une minute environ, dans un moufle suffisamment chauffé, pour fixer et glacer l'épreuve, qu'il faut ensuite laisser refroidir avec les simples précautions qu'on prend pour les émaux sur cuivre.

» La pratique, qui met si souvent la théorie en défaut, m'a indiqué que ces plaques d'émail se comportent au feu tout aussi bien que les émaux sur métal, et que l'industrie peut en retirer certainement un parti utile.

» Je fais remarquer que le verre couvert d'émail pouvant représenter une grande surface, il sera possible maintenant d'exécuter directement de grandes épreuves vitrifiées. »

EMBRYOGÉNIE. — *Sur le mode de développement du* Bothriocéphale large. Mémoire de **M. Knoch**, présenté par M. Ch. Robin.

M. Robin, en déposant ce Mémoire sur le bureau, s'exprime comme il suit :

« L'Académie n'a pas oublié que, dans sa séance du 6 février 1865 (*Comptes rendus*, t. LX, p. 261), elle a, par l'organe de son rapporteur, M. Coste, sur le concours au prix de *Physiologie expérimentale*, décerné une mention honorable à M. Knoch, de Saint-Pétersbourg, pour ses recherches sur les premières phases du développement du *Bothriocéphale large*.

» La Commission a réservé son jugement définitif sur le travail de ce physiologiste, parce que ses observations ne résolvaient pas suffisamment la principale question, qui, à ses yeux, est celle de savoir : *si l'embryon se*

change directement en Bothriocéphale adulte, *ou si, pour arriver à ce dernier état, il ne subit pas d'autres métamorphoses.*

» D'après le vœu de vos Commissaires, M. Knoch a complété son travail par de nouvelles recherches expérimentales, et a répondu à la question posée par l'Académie. Il montre de la manière la plus précise que l'embryon du *Bothriocéphale large* ne subit pas de métamorphose particulière à la manière de l'embryon des *Ténias* chez l'homme, c'est-à-dire qu'il ne passe pas par l'état de *Cysticerque* avant de se convertir en ver rubané adulte.

» Le travail de M. Knoch étant trop étendu pour être inséré aux *Comptes rendus* de nos séances, je me bornerai à demander à l'Académie d'insérer les lignes précédentes, qui en renferment la conclusion principale, et de renvoyer ce Mémoire à la Commission qui a examiné ses précédentes recherches, en attendant que j'en remette une traduction à cette Commission. »

(Renvoi à la Commission des prix de Physiologie expérimentale.)

M. Vinci adresse de Catane, pour le concours du legs Bréant, les tableaux, les conclusions et la carte topographique d'un ouvrage qui a pour titre : « Tableau comparatif de la salubrité des environs de l'Etna, et Tableau comparatif de la production, de la propagation et de la non-contagion du choléra asiatique dans ces mêmes environs réunis ».

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

M. Rabenhorst adresse de Dresde, pour le concours du prix Desmazières, un ouvrage terminé en 1868 et ayant pour titre : « Flora europæa Algarum aquæ dulcis et submarinæ ».

(Renvoi à la Commission qui sera chargée de décerner le prix Desmazières en 1869.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Deux brochures adressées par *M. A. de Caligny* et intitulées : « Mémoires inédits sur la milice des Romains et celle des Français, de J. A. Hüe de Caligny, publiés à Turin par *M. Ripa de Meana* » et « Note sur la fondation de l'ancien port de Cherbourg, extraite de la *Revue maritime et coloniale* ».

2° « L'Année scientifique et industrielle de *M. L. Figuier* (13e année) ».

M. L'Inspecteur général de la Navigation adresse à l'Académie les états des crues et diminutions de la Seine, observées chaque jour au pont de la Tournelle et au Pont-Royal pendant l'année 1868. Les plus hautes eaux ont été observées le 31 décembre, au pont de la Tournelle à $3^m,10$, et au Pont-Royal à $4^m,20$; les plus basses au pont de la Tournelle, le 23 septembre, à $0^m,80$ au-dessus du zéro; et au Pont-Royal, le 19 août, à $0^m,15$ au-dessus du zéro. La moyenne a été de $0^m,441$ au pont de la Tournelle, et de $1^m,70$ au Pont-Royal.

M. J.-A. Barral adresse à M. le Secrétaire perpétuel la Lettre suivante :

« Obligé de partir ce soir pour aller assister à la session du Conseil général de la Moselle, je n'ai pu que prendre une lecture rapide du *Compte rendu* de la séance du 4 janvier de l'Académie des Sciences. Je m'empresse de vous remercier de l'exacte impartialité que vous avez mise à analyser succinctement ma communication relative à la publication des *OEuvres d'Arago*. Mais je viens vous demander la permission, ainsi qu'à l'Académie, d'user de mon droit évident de répliquer, en peu de mots et de la manière la plus calme et la plus modérée,.... à MM. Mathieu et Laugier.

» Il n'est pas exact qu'il y ait une deuxième édition des Œuvres complètes d'Arago. Seulement, en 1865, il a été fait une seconde édition de l'*Astronomie populaire*, édition pour laquelle j'ai corrigé des fautes typographiques et ajouté, sans changer un mot au texte primitif, quelques Notes relatives aux découvertes astronomiques faites depuis la mort d'Arago. Il est à remarquer d'ailleurs qu'à ce moment les mots *d'après son ordre* ont été supprimés sur les titres. Cela est affirmé par le propriétaire actuel des Œuvres d'Arago dont j'ai l'honneur de vous envoyer la Lettre, que je reçois en ce moment même. Ces faits se passaient en 1865, et, par conséquent, il n'y a aucun prétexte actuel aux attaques dont je viens d'être l'objet dans le sein de l'Académie.

» Après la première réclamation faite par M. Mathieu, le 20 mars 1854, je lui écrivis, ainsi qu'aux fils d'Arago et à l'éditeur des Œuvres, que je donnais ma démission de Directeur de la publication. Or, c'est le 30 mars, après que tous les membres de la famille d'Arago avaient pu se mettre d'accord, que MM. Emmanuel et Alfred Arago, seuls héritiers de leur père, me donnèrent pleins pouvoirs dans des termes que je tiens essentiellement à mettre textuellement sous les yeux de l'Académie. La photographie de cette

Lettre fait partie des pièces que j'ai déposées entre vos mains. Elle est ainsi conçue :

« Cher ami, nous venons vous prier de reprendre et de continuer la pu-
» blication des Œuvres de notre père. Certains que nous sommes de la
» piété et du dévouement que vous avez pour sa mémoire, nous avons en
» vous toute confiance, et nous vous donnons tout pouvoir. — Vos amis
» dévoués : *Emmanuel Arago*, *Alfred Arago*. — Paris, 30 mars 1854. »

» N'est-il pas évident que MM. Mathieu et Laugier eussent dû, avant ce moment, faire une démarche auprès des héritiers d'Arago, pour obtenir une modification au titre des Œuvres? Dans tous les cas, était-il de leur devoir, s'ils se croyaient une apparence de raison, de protester lors de l'apparition du volume suivant? Pourquoi ont-il attendu que la mort ait fait disparaître et l'éditeur M. Gide et l'illustre vétéran des savants de l'Europe, M. de Humboldt?

» Comme je veux que le public savant tout entier puisse se faire une opinion bien raisonnée sur ce débat, j'ai pris le parti de faire reproduire par l'héliographie tous les documents relatifs aux circonstances au moyen desquelles j'ai été chargé de la direction de la publication des Œuvres d'Arago, et je prierai chacun des Membres de l'Académie de vouloir bien en recevoir un exemplaire, de même que j'en enverrai à tous les corps savants des deux mondes. . . . . . »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur l'étude spectrale des protubérances solaires.* Lettre de **M. Janssen** à M. le Secrétaire perpétuel.

« Simla (Himalaya) : long. 77° 14', lat. 31° 6' 25";
12 décembre 1868.

» Je reçois par ma famille des nouvelles de France, et en particulier de la séance académique du 25 octobre, où il a été question de la découverte que j'ai eu l'honneur de vous communiquer.

» Je ne puis accepter les éloges beaucoup trop flatteurs que M. Faye a faits des résultats de mes efforts, mais je m'associe pleinement à cet astronome illustre pour applaudir au succès de M. Norman-Lockyer. Ce physicien méritait bien, par l'ignorance où il était des résultats que j'avais déjà obtenus aux Indes, de parvenir d'une manière indépendante à la confirmation de ses judicieuses prévisions.

» Quant à moi, c'est l'éclipse qui m'a tout appris. Témoin de l'éclat des

lignes des protubérances, et comme inspiré par la beauté du phénomène que j'avais devant les yeux, je dis aux observateurs qui m'entouraient, à MM. Eugène Lefaucheur, Redier, etc. : « Je verrai ces lignes-là en dehors » des éclipses. » Si le temps l'eût permis, j'aurais tenté immédiatement de les suivre après la réapparition du Soleil; mais le temps se couvrit après l'éclipse. Pendant la nuit du 18 au 19 août, la méthode pour retrouver ces lignes et en déduire la forme et la situation des protubérances se formula nettement dans mon esprit. Levés à 3 heures du matin, M. Redier et moi, nous fîmes rapidement les quelques préparatifs indispensables, et vers 10 heures je retrouvais, dans les régions protubérantielles de la veille, les lignes brillantes de leur spectre. M. Redier les vit, et fut initié à la méthode et aux conséquences que je comptais en tirer. Cependant, pour n'apporter à l'Académie que des résultats entièrement certains et ayant déjà porté leurs fruits, j'étudiai le Soleil du 18 août au 4 septembre : j'acquis ainsi une première habitude dans cette direction toute nouvelle, et je pus construire les Cartes de protubérances que j'ai eu l'honneur d'envoyer à l'Académie (Lettre de Calcutta, 3 novembre).

» Je dois maintenant ajouter que cette méthode ne me satisfit pas. D'une part, elle exige une construction géométrique assez lente, et d'autre part, elle néglige complétement une circonstance bien remarquable, révélée par l'éclipse, à savoir : que les lignes brillantes protubérantielles correspondent à des raies obscures du spectre solaire. Je conçus alors l'idée d'une seconde méthode.

» Cette nouvelle méthode consiste, dans son principe, à isoler dans le champ spectral un des faisceaux lumineux émis par la protubérance, faisceau qui est déficient dans la lumière solaire, et à transformer ensuite les éléments linéaires des images protubérantielles dans les images elles-mêmes, par un mouvement rotatif assez rapide imprimé au spectroscope.

» Malgré l'insuffisance des moyens de réalisation dont je dispose ici, j'espère pouvoir obtenir quelques résultats, et j'ai pensé, dans tous les cas, qu'ayant l'honneur d'avoir un compétiteur tel que M. Lockyer, je devais au moins faire connaître dans quelle direction nouvelle je portais mes études.

» Cette Lettre est datée de Simla, station de l'Himalaya, déjà haute et surtout très-favorable aux études que je poursuis par la sécheresse extrême de l'atmosphère. Je suis parvenu à y faire transporter mes grands instruments de l'éclipse. Je vais donc pouvoir aborder, dans des circonstances exceptionnellement favorables, les questions de Physique céleste qui se

rapportent à la présence de la vapeur d'eau dans le Soleil, les planètes, certaines étoiles, etc.

» J'ai recueilli des renseignements assez complets et satisfaisants sur une question dont l'Académie m'avait chargé de m'occuper, à savoir la formation artificielle de la glace dans les plaines brûlantes du Bengale. Les résultats sont conformes aux principes les mieux connus de la science. »

PHYSIQUE. — *Sur la chaleur consommée en travail interne lorsqu'un gaz se dilate sous la pression de l'atmosphère.* Note de **M. J. Moutier**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« M. Clausius a montré que la quantité de chaleur nécessaire pour échauffer un corps se compose en général de trois parties distinctes : la première représente l'accroissement de la quantité de chaleur réellement existante à l'intérieur du corps; la seconde a pour équivalent le travail externe, et la troisième a pour équivalent le *travail interne*. Lorsqu'un gaz se dilate sous la pression de l'atmosphère, le travail externe est facile à évaluer. Si l'on appelle δ la densité du gaz par rapport à l'air, α le coefficient de dilatation du gaz sous la pression de l'atmosphère, l'accroissement du volume qu'éprouve 1 kilogramme de gaz en passant de zéro à 1 degré, est, en mètres cubes, $\frac{\alpha}{1,2932 \times \delta}$; d'ailleurs, la pression atmosphérique sur 1 mètre carré est égale à 10333 kilogrammes; par suite, lorsque 1 kilogramme de gaz se dilate de zéro à 1 degré sous la pression constante de l'atmosphère, le travail externe est égal à $\frac{10333 \times \alpha}{1,2932 \times \delta}$, et la chaleur consommée en travail extérieur s'obtient en divisant ce nombre par l'équivalent mécanique de la chaleur 425. Si l'on représente par C la chaleur spécifique du gaz sous la pression de l'atmosphère, par K la chaleur spécifique absolue, indépendante de l'état physique du corps d'après M. Clausius, par γ la chaleur consommée en chaleur interne, on a donc, lorsque 1 kilogramme de gaz se dilate de 1 degré sous la pression de l'atmosphère,

$$(1) \qquad C = K + \frac{1}{425} \times \frac{10333 \times \alpha}{1,2932 \times \delta} + \gamma.$$

Cette équation renferme deux inconnues, K et γ.

» MM. William Thomson et Joule sont parvenus à mettre en évidence l'existence du travail interne dans un gaz qui se détend sans effectuer de travail extérieur. L'abaissement de température qui accompagne l'écoulement du gaz a permis de calculer le rapport du travail intérieur au travail

extérieur, lorsque le gaz se dilate en déplaçant le point d'application d'une pression extérieure; ce rapport, insensible pour l'hydrogène, est parfaitement appréciable pour l'air et beaucoup plus grand dans le cas de l'acide carbonique.

» M. Hirn a supposé le travail interne négligeable dans l'hydrogène, il a déduit de l'équation précédente la chaleur spécifique absolue de ce gaz, et en appliquant la loi de Dulong et Petit aux chaleurs spécifiques absolues, il a pu obtenir, dans cette hypothèse, les valeurs de γ relatives à divers gaz.

» En combinant la relation (1) avec la loi des chaleurs spécifiques absolues, on peut comparer les valeurs de γ pour divers gaz, sans admettre aucune hypothèse relative à l'hydrogène.

» *Air et hydrogène.* — D'après les expériences de M. Regnault, on a pour l'hydrogène : $C = 3,409$ entre zéro et 200 degrés, $\alpha = 0,003661$ entre zéro et 180 degrés, $\delta = 0,06926$. La relation (1) donne pour ce gaz

$$(2) \qquad K = 2,41523 - \gamma.$$

» Les expériences de M. Regnault fournissent pour l'air : $C' = 0,23751$ entre zéro et 200 degrés, $\alpha' = 0,00367$ entre zéro et 100 degrés. La relation (1) appliquée à ce gaz donne

$$(3) \qquad K' = 0,168512 - \gamma'.$$

» D'ailleurs, 100 parties d'air en poids contiennent 77 parties d'azote et 23 parties d'oxygène; si l'on applique, avec M. Clausius, la loi des chaleurs spécifiques absolues à l'air considéré comme un corps composé, en désignant par K_1 et K_2 les chaleurs spécifiques absolues de l'azote et de l'oxygène,

$$100\,K' = 77\,K_1 + 23\,K_2.$$

» Mais, si l'on applique la même loi à l'azote, à l'oxygène et à l'hydrogène, dont les poids atomiques sont entre eux comme les nombres 14, 16 et 1,

$$K = 14\,K_1, \quad K = 16\,K_2.$$

» En reportant ces valeurs de K_1 et de K_2 dans l'équation précédente,

$$K' = 0,069375\,K,$$

et en remplaçant K et K' dans cette dernière relation par les valeurs déduites des équations (2) et (3), on a définitivement

$$\gamma' = 0,069375\,\gamma + 0,000956.$$

» *Acide carbonique et hydrogène.* — Les données fournies par les expériences de M. Regnault sont, pour l'acide carbonique : $C'' = 0,21692$ entre 10 et 210 degrés, $\alpha'' = 0,003710$ entre zéro et 100 degrés, $\delta'' = 0,52901$. La relation (1) donne, pour ce gaz,

$$(4) \qquad K'' = 0,171302 - \gamma''.$$

» Si l'on représente par $\frac{1}{2}$ le poids atomique de l'hydrogène, le poids atomique moyen de l'acide carbonique est $\frac{22}{3}$, et, d'après la loi des chaleurs spécifiques absolues,

$$\frac{1}{2}K = \frac{22}{3}K''.$$

» En remplaçant dans cette relation K et K'' par les valeurs déduites des équations (2) et (4), on a

$$\gamma'' = 0,068181\gamma + 0,006628.$$

» Dans ces calculs, les chaleurs spécifiques sont prises entre zéro et 200 degrés, les coefficients de dilatation se rapportent à l'intervalle de zéro à 100 degrés; il est probable qu'entre 100 et 200 degrés les coefficients de dilatation de l'air et de l'hydrogène conservent sensiblement la même valeur, et que le coefficient de dilatation de l'acide carbonique tend à diminuer, de sorte que la valeur calculée pour γ'' est plutôt un peu trop faible.

» *Conclusion.* — Si l'on prend pour chacun de ces trois gaz, hydrogène, air et acide carbonique, le rapport de la chaleur consommée en travail interne à la chaleur spécifique sous pression constante, on trouve pour $\frac{\gamma}{C}$, $\frac{\gamma'}{C'}$, et $\frac{\gamma''}{C''}$ les valeurs suivantes :

Hydrogène	$0,29\gamma$
Air	$0,29\gamma + 0,004$
Acide carbonique	$0,31\gamma + 0,035$

» On voit donc que la chaleur consommée en travail interne, lorsque le gaz se dilate sous la pression constante de l'atmosphère entre zéro et 200 degrés, est une fraction de la chaleur spécifique sous pression constante, qui va en croissant de l'hydrogène à l'air, de l'air à l'acide carbonique.

» On peut comparer également les quantités de chaleur dépensées en travail interne dans les mêmes circonstances, en considérant les trois gaz sous le même volume à la température de la glace fondante. Si l'on prend

pour volume commun le volume occupé par 1 kilogramme d'hydrogène, les poids de volumes égaux d'air et d'acide carbonique sont respectivement

$$\frac{1 \text{ kil.}}{0,06926} \quad \text{et} \quad \frac{1 \text{ kil.}}{0,06926} \times 1,529,$$

et les quantités de chaleur consommées en travail interne sont respectivement pour ces trois gaz, considérés sous le même volume,

$$\gamma, \quad \frac{\gamma'}{0,06926} \quad \text{et} \quad \gamma'' \times \frac{1,529}{0,06926}$$

ou

Hydrogène	γ
Air	$1,0015\gamma + 0,013$
Acide carbonique	$1,505\ \gamma + 0,146$

» Ces quantités de chaleur croissent également de l'hydrogène à l'air, et de l'air à l'acide carbonique.

» La loi de Dulong et Petit appliquée aux chaleurs spécifiques absolues conduit donc à ranger, sous le rapport du travail interne, l'hydrogène, l'air et l'acide carbonique dans l'ordre que les expériences de MM. William Thomson et Joule assignent précisément à ces trois gaz. »

CHIMIE. — *Sur la dissolution et le dosage du soufre par l'eau régale;* *par* **M. J. Lefort.**

« La propriété que possède l'eau régale de dissoudre le soufre est connue depuis un temps presque immémorial, mais aucun chimiste, que nous sachions, n'a cherché à expliquer les phénomènes de cette dissolution.

» Bergmann et Berthollet ont indiqué que l'eau régale, en réagissant sur l'or et le platine, a une action exclusivement chlorurante, et Gay-Lussac a expliqué la dissolution de ces métaux par leur affinité pour le chlore, qui détermine dans la sphère d'activité le degré de désoxygénation auquel est ramené l'acide nitrique.

» Mais si, au lieu de corps très-réfractaires à l'oxydation, on étudie ce qui se passe lorsque l'eau régale se trouve en présence du soufre, on remarque que le chlore qui est mis incessamment en liberté se combine d'abord avec le soufre, et que c'est ensuite le chlorure de soufre qui se décompose par l'acide nitrique ou ses dérivés. De là, la régénération du chlore, le dégagement de vapeurs nitreuses et enfin la production d'acide sulfurique.

» Si l'expérience est conforme à la théorie, on doit observer que plus

l'eau régale contient d'acide nitrique, plus la décomposition du chlorure de soufre est prompte, et partant plus il se forme d'acide sulfurique dans un temps donné : c'est ce que nous avons été à même de constater.

» En effet, si dans des mélanges en proportions très-variables d'acide nitrique et d'acide chlorhydrique très-concentrés on délaye du soufre en poudre fine, on découvre que plus on s'éloigne de la composition ordinaire de l'eau régale, plus il se forme de chlorure de soufre et plus l'oxydation du soufre est prompte.

» Ce résultat explique pourquoi la dissolution du soufre par l'eau régale est toujours si longue à effectuer, et pourquoi cette opération réclame tant d'acide : c'est que le chlorure de soufre qui se forme dans la première phase de l'opération, ne trouvant pas assez d'acide nitrique pour sa décomposition, se mélange avec le soufre non chloruré et se convertit en une masse comme fondue, plus ou moins molle, qui retient à l'état d'interposition une quantité très-notable de chlore.

» Le liquide chloro-azotique qui nous a paru le plus convenable pour la dissolution du soufre se compose, d'après nos expériences, de 1 volume d'acide chlorhydrique et de 3 volumes d'acide nitrique très-concentrés, c'est-à-dire de quantités inverses de celles qui constituent l'eau régale. A la température ordinaire, le mélange des deux acides ne tarde pas à se colorer fortement en rouge; mais bientôt après, surtout si l'on chauffe, d'abondantes vapeurs nitreuses se dégagent, et le soufre disparaît.

» On conçoit que, par son grand excès d'acide nitrique, le liquide dont nous conseillons l'emploi, indépendamment du chlore qui se trouve à l'état naissant en présence du soufre, réunit l'avantage de l'action de l'acide nitrique nitreux, qui est également regardé comme un excellent dissolvant direct du soufre. »

M. Demoget adresse de Metz une réclamation de priorité, concernant la machine électrique présentée à l'Académie par *M. F. Carré*, le 28 décembre dernier.

M. Demoget a présenté à l'Académie de Metz, le 29 octobre 1868, un Mémoire sur les phénomènes d'influence et sur la machine de Holtz et ses congénères, dans lequel cet appareil est décrit et dessiné, ainsi qu'une autre machine à double plateau, fondée sur le même principe : ces machines fonctionnent dans son cabinet depuis plus de dix-huit mois. L'auteur décrit les conditions spéciales dans lesquelles il place la machine de Holtz, conditions qui lui ont permis de réaliser, par exemple, devant l'Association scientifique,

le 28 décembre, malgré la pluie et dans une salle contenant une soixantaine de personnes, un grand nombre d'expériences d'électricité statique : pendant plus d'une heure, l'appareil a donné des étincelles de 15 à 18 centimètres avec les petits condensateurs, et, l'air extérieur étant saturé de vapeur d'eau, des aigrettes de plus de 20 centimètres sans les condensateurs.

Cette communication est accompagnée de figures, et d'extraits des « Études sur les électrophores à disques tournants » qui avaient été présentées à l'Académie de Metz.

M. Sacc adresse à l'Académie des « Recherches sur les huiles grasses ». Ce travail est présenté par M. Chevreul.

M. Guyot adresse la description d'une nouvelle pile, facile à transporter et peu coûteuse.

M. Chacornac adresse une Note relative à la constitution de l'Univers.

M. Ramon de la Sagra réclame pour *M. Beanes* l'invention du condensateur, comme producteur d'ozone, attribuée à *M. Ladd*, dans une Note de *MM. L'Hote* et *Saint-Edme* adressée à l'Académie le 21 septembre 1868 (p. 620).

M. Vattier adresse, de Dieppe, une démonstration du *postulatum* d'Euclide.

A 5 heures, l'Académie se forme en comité secret.

La séance est levée à 5 heures trois quarts. D.

ERRATA.

(Séance du 30 novembre 1868.)

Page 1105, à partir de la troisième ligne du second paragraphe, *au lieu de* un, deux, trois, quatre..., *lisez* 1°, 2°, 3°, 4°...

(Séance du 21 décembre 1868.)

Page 1216, ligne 23, *au lieu de* prisme de rupture, *lisez* plan de rupture avec la verticale.

Page 1246, ligne 7, *au lieu de* recouvrant la poulie, *lisez* recouvrant la courroie ou la poulie.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 18 JANVIER 1869.

PRÉSIDENCE DE M. CLAUDE BERNARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE. — *Sur l'hydrogène dans ses rapports avec le palladium ;* *par* **M. Th. Graham** (1).

« On a souvent affirmé, en se fondant sur des considérations chimiques, que le gaz hydrogène est la vapeur d'un métal extrêmement volatil. On est de même porté à croire que le palladium avec son hydrogène occlus n'est autre chose qu'un alliage, dans lequel la volatilité de l'un des éléments est comprimée par son union avec l'autre, et qui doit son aspect métallique également aux deux corps qui le composent. On jugera jusqu'à quel point cette théorie est vérifiée par les faits, en lisant l'examen suivant des propriétés du corps, que je proposerais, en admettant son caractère métallique, d'appeler *hydrogénium*.

1. *Densité.*

» La densité du palladium, après qu'il a été chargé de 800 ou 900 fois son volume de gaz hydrogène, s'abaisse sensiblement ; mais le changement qui

(1) L'Académie a décidé que cette communication, bien que dépassant en étendue les limites réglementaires, serait insérée en entier au *Compte rendu*.

s'opère ne peut se mesurer avec précision par la méthode ordinaire de l'immersion dans l'eau, à cause du dégagement continu de petites bulles d'hydrogène, qui paraît être causé par le contact avec le liquide. Toutefois, les dimensions linéaires du palladium chargé sont modifiées à tel point, qu'on peut facilement mesurer la différence, et l'on arrive ainsi par le calcul à la densité cherchée. Le palladium, sous forme de fil, se charge facilement d'hydrogène, lorsqu'on fait dégager ce gaz à la surface du métal dans un galvanomètre contenant de l'acide sulfurique étendu comme à l'ordinaire (1). On a déterminé la longueur du fil avant et après la charge, en le tendant au moyen d'un même poids assez faible pour ne pas produire une tension permanente au-dessus de la surface d'une règle graduée. La règle avait été graduée au centième de pouce, et l'on pouvait lire jusqu'aux millièmes, au moyen d'un vernier. On notait la distance entre le point de rencontre de deux lignes fixes croisées, marquées sur le fil près de chaque extrémité.

» *Première expérience.* — Le fil provenait de palladium forgé; il était dur et élastique. Son diamètre était de $0^{mm},462$; sa densité, déterminée avec soin, de 12,38. On tordit le fil à chaque extrémité de manière à y faire un anneau, et on fit une marque aussi près que possible de chaque anneau. On vernit les anneaux, de manière à limiter l'absorption du gaz à la partie contenue entre les deux marques. Pour tendre le fil, on fixa l'un des anneaux, et l'on fit passer dans l'autre une corde engagée dans une poulie et chargée de $1^{kil},5$, poids suffisant pour tendre le fil, sans pourtant l'exposer à une tension excessive. On chargea le fil d'hydrogène en en faisant le pôle négatif d'une petite pile de Bunsen, composée de deux cellules, chacune de $\frac{1}{2}$ litre de capacité. Comme pôle positif on se servit d'un fil épais de platine, placé à côté du fil de palladium, et suivant ce dernier dans toute sa longueur dans l'intérieur d'un long bocal rempli d'acide sulfurique étendu. On exposa ainsi la surface du fil de palladium à l'hydrogène pendant une demi-heure. On s'assura qu'une exposition plus longue n'ajoutait pas sensiblement à la charge d'hydrogène acquise par le fil de palladium. On mesura le fil de nouveau, et l'on nota une augmentation en longueur. Enfin on l'essuya dans un linge, on le coupa à l'endroit des marques et on chauffa la portion chargée dans un tube de verre étroit, dans lequel le vide était maintenu au moyen d'un aspirateur Sprengel. La totalité de l'hydrogène occlus fut ainsi recueillie et mesurée, et le volume réduit par le calcul

(1) *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, t. LXVI, p. 1014 (1868).

à la pression barométrique de $0^{m},760$, et à la température de 0 degré centigrade.

» La longueur du fil de palladium avant l'exposition était de $609^{mm},144$, et son poids de $1^{gr},6832$. La charge d'hydrogène qu'il reçut s'éleva à 936 fois son volume, mesurant 128 centimètres cubes, et pesant par conséquent $0^{gr},01147$.

» Après que le gaz eut été complétement chassé, on s'assura, par une pesée directe, que la perte avait été de $0^{gr},01164$. Le fil chargé était de $618^{mm},923$, ce qui répondait à une augmentation en longueur de $9^{mm},779$. L'augmentation de la dimension linéaire est de 100 à 101,605, et celle de la capacité cubique, en supposant que l'expansion soit égale dans tous les sens, de 100 à 104,908. En admettant que les deux métaux soient unis sans aucun changement de volume, on peut donc dire que l'alliage se compose de :

Palladium	100	ou 95,32
Hydrogénium	4,908	4,68
	104,908	100,00

» La dilatation éprouvée par le palladium, si on l'envisageait comme un changement de volume opéré dans le métal lui-même par une force physique quelconque, serait énorme, car elle s'élève à 16 fois la dilatation du palladium chauffé de zéro à 100 degrés centigrades. La densité du fil chargé est réduite par le calcul de 12,3 à 11,79. De plus, le volume du palladium $0^{cc},1355$ est au volume de l'hydrogénium $0^{cc},006714$ comme 100 est à 4,91. Enfin, en divisant le poids de l'hydrogénium $0^{gr},01147$ par son volume dans l'alliage, $0^{cc},006714$, on trouve la densité de l'hydrogénium égale à 1,708.

» La densité de l'hydrogénium serait donc très-voisine de celle du magnésium, 1,743, d'après cette première expérience. Un fil de palladium entièrement chargé d'hydrogène et frotté de magnésie (afin de rendre la flamme lumineuse) brûle comme un fil de lin imprégné de cire, quand on l'allume à la flamme d'une lampe.

» On remarquera, en outre, que l'expulsion de l'hydrogène, quel que soit le moyen employé, est accompagnée d'une contraction extraordinaire du fil. Lorsqu'on chassa l'hydrogène par une douce chaleur, non-seulement le fil revint à sa longueur primitive, mais il tomba autant au-dessous qu'il s'était auparavant élevé au-dessus de ce zéro. Le fil de palladium qui mesurait d'abord $609^{mm},144$, et qui augmenta de $9^{mm},77$, se réduisit à $599^{mm},444$; il se contracta donc de $9^{mm},7$. La contraction est permanente. En même

temps le palladium, loin d'augmenter, diminua de densité, c'est-à-dire qu'il tomba de 12,38 à 12,12, ce qui prouve que la contraction du fil s'était effectuée seulement en longueur. C'est l'inverse de l'extension du fil par le procédé de tréfilage. On pourrait peut-être expliquer le retrait du fil, en supposant que le tréfilage a pour effet de laisser les molécules du métal dans un état de tension inégale, tension excessive dans le sens de la longueur du fil. Ces particules semblent devenir mobiles et reprendre leur équilibre à mesure que l'hydrogène se dégage, et le fil se contracte en longueur en même temps qu'il se dilate en sens contraire, ainsi que le démontre sa densité finale.

» *Deuxième expérience.* — Une autre portion du même fil de palladium fut chargée d'hydrogène par le même procédé. On trouva les résultats suivants :

Longueur du fil de palladium	488mm,976
Le même avec 857vol,15 de gaz occlus	495,656
Allongement linéaire	6,68
Allongement linéaire sur 100	1,3663
Dilatation cubique sur 100	4,154
Poids du fil de palladium	1gr,0667
Volume du fil de palladium	0cc,08672
Volume du gaz hydrogène occlus	75cc,2
Poids du même	0gr,00684
Volume de l'hydrogénium	0cc,003601

» Calculée d'après ces résultats, la densité de l'hydrogénium est 1,898.

» *Troisième expérience.* — Le fil de palladium était neuf; on eut soin de le bien recuire avant de le charger d'hydrogène; il fut exposé au pôle négatif pendant deux heures, après quoi il cessa de s'allonger :

Longueur du fil de palladium	556mm,185
Le même avec 888vol,303 d'hydrogène	563,632
Allongement linéaire	7,467
Allongement linéaire sur 100	1,324
Expansion cubique sur 100	4,025
Poids du fil de palladium	1gr,1675
Volume du fil de palladium	0cc,0949
Volume du gaz hydrogène occlus	84cc,3
Poids du même	0gr,007553
Volume de l'hydrogénium	0cc,003820

» D'après ces résultats, le calcul donne la densité de l'hydrogénium égale à 1,977.

» Il était indispensable d'admettre, dans cette discussion, que les deux métaux ne se contractent ni ne se dilatent, mais qu'ils gardent leur volume propre en s'unissant. M. Matthiessen a démontré que généralement, dans la formation des alliages, les métaux conservent à peu près leurs densités primitives (1).

» Il est probable que le maximum d'absorption du gaz par le fil, savoir $935^{vol},67$, fut atteint dans la première expérience déjà décrite. On peut charger le palladium d'une proportion quelconque d'hydrogène plus faible, en diminuant la durée de l'exposition au gaz (329 volumes d'hydrogène furent absorbés en vingt minutes), et l'on a ainsi un moyen d'observer si la densité de l'hydrogénium reste constante, ou si elle varie avec la proportion d'hydrogène contenu dans l'alliage. Dans la Table suivante, qui comprend les trois expériences déjà décrites, on n'a indiqué que les points essentiels :

Volumes d'hydrogène occlus.	Dilatation linéaire en millimètres		Densité de l'hydrogénium.
	de	à	
329	496,189	498,552	2,055
462	493,040	496,520	1,930
487	370,358	373,126	1,927
745	505,538	511,303	1,917
867	488,976	495,656	1,898
888	556,185	563,652	1,977
936	609,144	618,923	1,708

» A ne comparer que la première et la dernière expérience, il semblerait que l'hydrogénium devient sensiblement plus dense quand la proportion en est faible, ainsi que le montrent les chiffres 1,708 et 2,055. Mais la dernière expérience est peut-être exceptionnelle, et toutes les autres indiquent une grande uniformité de densité. La densité moyenne de l'hydrogénium, d'après l'ensemble des expériences, mais en laissant de côté la dernière, est de 1,951, ou près de 2. Cette uniformité est en faveur de la méthode suivie dans la détermination de la densité de l'hydrogénium.

» Quand on charge d'hydrogène et qu'on décharge à plusieurs reprises le même fil de palladium, on observe toujours le singulier *retrait* déjà décrit, qui paraît se reproduire indéfiniment.

» Les dilatations ci-dessous, causées par une charge variable d'hydro-

---

(1) *Philosophical Transactions*, 1860, p. 177.

gène, furent suivies, après l'expulsion du gaz, des retraits mentionnés en regard :

	Allongement.	Retrait.
	mm	mm
1re expérience	9,77	9,70
2e »	5,765	6,20
3e »	2,36	3,14
4e »	3,482	4,95
		23,99

» Le fil de palladium, qui dans l'origine mesurait 609mm,144, a subi, après quatre décharges successives d'hydrogène, une contraction permanente de 23mm,99, c'est-à-dire une diminution de 5,9 pour 100 sur sa longueur primitive. Avec une autre portion de fil, après plusieurs décharges, la contraction s'éleva jusqu'à 15 pour 100 de la longueur primitive. On remarquera que les contractions sont plus considérables que les allongements correspondants, surtout dans le cas d'une faible charge d'hydrogène. La densité du fil contracté était de 12,12 ; il ne s'était donc produit aucune condensation générale des molécules du métal. Le fil se rétrécit en longueur seulement.

» Dans les expériences précédentes, on chassa l'hydrogène en exposant le palladium, placé dans un tube de verre, à une chaleur modérée inférieure au rouge, et en faisant le vide au moyen d'un aspirateur Sprengel ; mais on suivit aussi une autre méthode pour retirer le gaz : on employa le fil comme électrode positive, et l'on produisit ainsi un dégagement d'oxygène à sa surface. Il se forme dans ces conditions une légère couche d'oxyde de palladium, mais elle ne paraît nullement s'opposer à l'extraction et à l'oxydation de l'hydrogène.

» Le fil mesurait :

		Différence.
	mm	mm
Avant la charge	443,25	
Avec l'hydrogène	449,90	+ 6,68
Après décharge	437,31	— 5,94

» Le retrait du fil n'exige donc pas l'emploi d'une haute température. Cette expérience démontre en outre qu'on peut enlever d'une manière complète une forte charge d'hydrogène en l'exposant au pôle positif, pendant quatre heures dans le cas actuel. Car le fil, après ce traitement, ne donna point d'hydrogène lorsqu'on le chauffa dans le vide.

» Le même fil, qui avait déjà reçu plusieurs charges d'hydrogène, fut encore une fois exposé à une charge maxima, afin de savoir si son allonge-

ment sous l'influence de l'hydrogène pouvait ou non être facilité et devenir plus grand, à cause du retrait considérable qui l'avait précédé. Mais on ne constata rien de pareil, même après avoir chargé à plusieurs reprises le fil *rétracté*, et la dilatation conserva son rapport normal avec l'hydrogène absorbé. La densité finale du fil était de 12,18.

» Le fil rétracté a subi toutefois une modification d'un autre ordre, qui paraît indiquer un profond changement moléculaire. Le métal perd peu à peu une grande partie de sa puissance d'absorption. Le dernier fil, qui avait déjà reçu six charges d'hydrogène, fut de nouveau soumis pendant deux heures à l'action de ce gaz, et n'absorba que 320 volumes; une nouvelle expérience donna $330^{vol},5$. Le pouvoir absorbant du palladium avait donc été réduit au tiers de son maximum. Toutefois, ce pouvoir parut augmenter sous l'influence d'une forte chaleur rouge, qu'on obtint en faisant passer à travers le fil le courant électrique d'une pile. L'absorption s'éleva alors à 425 volumes d'hydrogène. Une seconde expérience fournit $422^{vol},5$.

» On s'assura de l'effet d'un simple recuit sur la longueur du fil de palladium, en l'exposant dans un tube de porcelaine à une forte chaleur rouge. Le fil mesurait $556^{mm},075$ avant, et $555^{mm},875$ après le recuit; ce qui équivaut à un faible retrait de $0^{mm},2$. Dans une seconde expérience avec une même longueur d'un fil neuf, il ne se produisit dans la longueur du fil aucun changement appréciable. On ne serait donc nullement fondé à attribuer, en quoi que ce soit, le retrait du fil après l'expulsion de l'hydrogène à la chaleur employée pour chasser le gaz. Le fil de palladium n'est que très-légèrement modifié dans ses propriétés physiques par le procédé du recuit, et conserve en grande partie sa dureté et son élasticité primitives.

» Le fil, après plusieurs décharges, se fendille longitudinalement, acquiert une structure semblable à celle du fil à coudre, et se désagrége profondément, surtout lorsque l'hydrogène a été chassé au moyen de l'électrolyse dans une liqueur acide. Dans ce dernier cas, l'acide dissout une petite quantité de palladium. Le métal semble en même temps recouvrer tout son pouvoir absorbant, car il est alors susceptible de condenser plus de 900 volumes d'hydrogène.

2. *Ténacité.*

» Un fil de palladium neuf, semblable au dernier, et dont 100 millimètres pesaient $0^{gr},1987$, se rompit, dans des expériences faites sur deux portions différentes, sous un poids de 10 kilogrammes et de $10^{kil},17$. Deux autres

portions du même fil complétement chargées d'hydrogène cédèrent à un poids de $8^{kil},18$ et de $8^{kil},27$. On a donc :

Ténacité du fil de palladium	100
» » » chargé d'hydrogène ...	81,29

» La ténacité du palladium est donc amoindrie par l'addition de l'hydrogène, mais d'une manière peu considérable, et l'on se demande si le degré de ténacité qui subsiste est compatible avec aucune autre théorie que celle qui envisage le second élément en présence comme doué lui-même de la ténacité qu'on observe dans les métaux.

3. *Conductibilite électrique.*

» M. Becker, qui est fort au courant de la pratique des épreuves pour la détermination du degré de conductibilité électrique des fils métalliques, a essayé un fil de palladium, avant et après la charge d'hydrogène, comparativement avec un fil de maillechort de diamètre égal et de même longueur à 10°,5. On trouva pour les différents fils les degrés de conductibilité suivants, le cuivre pur étant égal à 100 :

Cuivre pur	100
Palladium	8,10
Alliage de 80 pour 100 de cuivre et 20 pour 100 de nickel	6,63
Palladium et hydrogène	5,99

» On observe généralement une diminution dans le pouvoir conducteur des alliages; aussi le palladium chargé tombe de 25 pour 100. Mais la conductibilité reste néanmoins considérable, et le résultat peut être regardé comme favorable au caractère métallique du second élément du fil.

4. *Magnétisme.*

» Il a été constaté par Faraday, comme résultat de toutes ses expériences, que le palladium était *réellement, quoique faiblement, magnétique*, et ce corps a été placé par lui au nombre de ce qu'on appelle maintenant les *métaux paramagnétiques*. Mais le faible magnétisme du palladium ne s'étendait pas à ses combinaisons salines.

» En répétant ces expériences, on se servit d'un électro-aimant de fer doux en fer à cheval, d'environ 15 centimètres de hauteur. Il pouvait supporter un poids de 60 kilogrammes sous l'action de quatre grands éléments de Bunsen. On a ainsi un aimant d'induction d'une force ordinaire.

L'instrument fut placé avec ses pôles dirigés en haut, chaque pôle étant pourvu d'un petit cube de fer doux se terminant latéralement par une pointe, comme une petite enclume. Le palladium soumis à l'expérience fut suspendu entre ces deux pointes au moyen d'un étrier de papier attaché à trois fibres de soie de cocon, d'une longueur de 3 décimètres, et le tout fut recouvert d'une cloche de verre. Un filament de verre attaché au papier se mouvait, en guise d'indicateur, autour d'un cercle de papier collé sur la cloche et divisé en degrés. Le métal, qui était un fragment oblong de palladium déposé par l'électricité, d'environ 8 millimètres de long et 3 millimètres de large, fut amené au repos dans une position équatoriale, c'est-à-dire avec ses extrémités également éloignées des pôles de l'aimant, lequel fut alors chargé par le contact avec la pile. On observa une légère déviation du palladium, de 10 degrés seulement, le magnétisme agissant contre la torsion du fil suspenseur. Le même palladium, chargé de $604^{vol},6$ d'hydrogène, éprouva une déflexion de 48 degrés, et se mit alors au repos. Le gaz ayant été ensuite chassé, et le palladium placé de nouveau dans le sens de l'équateur par rapport aux pôles de l'aimant, il ne se produisit pas la plus faible déviation. Il est donc évident que l'hydrogène accroît le faible magnétisme du palladium. Afin d'établir quelques termes de comparaison, on plongea la même petite masse de palladium déposé par l'électricité dans une solution de sulfate de nickel, ayant une densité de 1,082, qu'on sait être magnétique. La déviation s'éleva dans ce cas à 35 degrés, c'est-à-dire qu'elle était moindre que dans le cas de l'hydrogène. Lavé ensuite, et imprégné d'une solution de protosulfate de fer d'une densité de 1,048 (2,3 pour 100 du poids du palladium était absorbé), le palladium indiqua une déviation de 50 degrés, ou environ la même qu'avec l'hydrogène. Avec une solution plus forte du même sel, d'une densité de 1,17, la déflexion était de 90 degrés, et le palladium s'orienta dans la direction de l'axe.

» Le palladium, sous forme de fil ou de feuille, n'éprouva aucune déviation, lorsqu'on le plaça dans le même appareil, dont la sensibilité médiocre était, dans ces circonstances, un véritable avantage. Mais, après avoir été chargé d'hydrogène, le palladium sous cette forme subit régulièrement une déviation de 20 degrés. Un lavage du fil ou de la feuille à l'acide chlorhydrique, dans le but d'enlever toutes traces possibles de fer, ne modifia pas ce résultat. Le palladium déposé d'une solution de cyanure, ou bien précipité au moyen de l'acide hypophosphoreux, et placé dans un tube de verre, ne montra pas dans notre appareil de propriétés magnétiques, mais il devint sensiblement magnétique après avoir été chargé d'hydrogène.

» Il paraît donc que l'hydrogénium est magnétique, propriété qui n'appartient qu'aux métaux et à leurs combinaisons. Ce magnétisme n'est pas appréciable dans le gaz hydrogène qui a été classé par Faraday et par M. Edm. Becquerel au bas de la liste des corps diamagnétiques. On admet que ce gaz est sur la limite des corps paramagnétiques et diamagnétiques. Mais le magnétisme est si susceptible d'extinction sous l'influence de la chaleur, que cette propriété dans un métal peut très-bien disparaître entièrement lorsqu'il se trouve à l'état de fusion ou sous forme de vapeur, ce qui paraît avoir lieu pour l'hydrogène gazeux. De même que le palladium occupe un haut rang dans la série des métaux paramagnétiques, de même il faut admettre que l'hydrogénium s'élève au-dessus de cette classe et se range parmi les corps vraiment magnétiques, tels que le fer, le nickel, le cobalt, le chrome et le manganèse.

» *Le palladium et l'hydrogène à une haute température.* — La facile perméabilité du palladium pour l'hydrogène, sous l'influence de la chaleur, implique la rétention de ce dernier élément par le métal même à la température du rouge vif. L'hydrogénium doit se mouvoir, en effet, à travers le palladium par cémentation, procédé moléculaire qui exige du temps. Dans les premières tentatives qu'on entreprit pour arrêter l'hydrogène dans son passage à travers du métal rouge, on fit passer le gaz dans un tube de palladium chauffé, en dehors duquel on maintenait le vide, et immédiatement après un courant d'acide carbonique dans lequel on laissa refroidir le métal. En soumettant ensuite le palladium aux épreuves ordinaires, on n'y trouva aucune trace d'hydrogène. La courte exposition du métal à l'influence du gaz acide carbonique paraît avoir été suffisante pour dissiper l'hydrogène. Mais lorsqu'on chauffa au rouge la feuille de palladium dans la flamme de l'hydrogène, et qu'on la refroidit subitement en la plongeant dans l'eau, on trouva une faible proportion d'hydrogène renfermée dans le métal. Un volume de métal égal à $0^{cc},062$ abandonna $0^{cc},080$ d'hydrogène, c'est-à-dire que le volume du gaz mesuré à froid était égal à 1,306 fois celui du métal. Cette quantité de gaz équivaudrait à trois ou quatre fois le volume du métal à la température du rouge. Le platine traité de la même manière parut aussi fournir de l'hydrogène, mais la quantité était trop petite pour qu'on y pût compter et ne mesurait que les 0,06 du volume du métal. La perméabilité de ces métaux pour l'hydrogène est donc attribuable à leur pouvoir d'absorption, et paraît indépendante de toute hypothèse relative à leur porosité.

» La plus grande vitesse de perméabilité qu'on observa fut à raison de 4 litres d'hydrogène (3992 centimètres cubes) par minute au travers d'une plaque de palladium de 1 millimètre d'épaisseur et correspondant à 1 mètre

carré de surface, à une vive chaleur rouge, très-peu inférieure au point de fusion de l'or. Il y a donc un mouvement de l'hydrogène au travers de la substance du métal avec une vitesse de 4 millimètres par minute.

» Les conclusions générales qui résultent de ce travail sont les suivantes. Dans le palladium complétement chargé d'hydrogène, par exemple dans le fil de palladium soumis à l'Académie, il existe un composé de palladium et d'hydrogène, dans des proportions qui sont voisines de celles d'équivalent à équivalent (1). Les deux substances sont solides, métalliques et blanches. L'alliage contient environ 20 volumes de palladium pour 1 volume d'hydrogénium, et la densité de ce dernier est égale à 2, un peu plus élevée que celle du magnésium, avec lequel on peut supposer que l'hydrogénium possède quelque analogie. Cet hydrogénium a un certain degré de ténacité, et il est doué de la conductibilité électrique d'un métal. Enfin l'hydrogénium prend place parmi les métaux magnétiques. Ce fait se relie peut-être à la présence de l'hydrogénium dans le fer météorique, où il est associé à certains autres éléments magnétiques.

» Les propriétés chimiques de l'hydrogénium le distinguent de l'hydrogène ordinaire. L'alliage de palladium précipite le mercure et son protochlorure d'une dissolution de bichlorure de mercure, sans aucun dégagement d'hydrogène; c'est-à-dire que l'hydrogénium décompose le bichlorure de mercure, ce qui n'a pas lieu avec l'hydrogène. Ce fait explique pourquoi M. Stanislas Meunier ne réussit pas à trouver l'hydrogène occlus par le fer météorique, en dissolvant celui-ci dans une solution de bichlorure de mercure, l'hydrogène étant employé comme le fer lui-même à la précipitation du mercure. L'hydrogénium (associé au palladium) s'unit avec le chlore et l'iode dans l'obscurité, réduit les sels de peroxyde de fer à l'état de protoxyde, transforme le prussiate rouge de potasse en prussiate jaune, et possède enfin une puissance désoxydante considérable. Il paraît constituer la forme active de l'hydrogène, comme l'ozone est celle de l'oxygène. »

« **M. Wurtz**, à l'occasion de la communication de M. Graham, expose qu'il a tenté autrefois d'appliquer à la préparation d'un hydrure de palladium le procédé qui lui a permis de préparer une combinaison définie d'hydrogène et de cuivre, et qui consiste à réduire le sulfate de cuivre par l'acide hypophosphoreux. Lorsqu'on ajoute un excès d'une solution de cet acide à la solution d'un sel palladique, la liqueur se trouble au bout de quelques instants et laisse déposer un précipité brun tellement divisé, qu'il passe au

(1) *Comptes rendus*, t. LXVI, p. 1018 (1868).

travers d'un filtre. Presque immédiatement, et même à o degré, il se manifeste un dégagement d'hydrogène, qui devient très-vif si l'on chauffe. Quand ce dégagement a cessé, la liqueur s'est éclaircie et le précipité est devenu noir, floconneux : c'est du palladium. On doit tirer de ces faits cette conséquence, que le palladium pulvérulent et amorphe qui est précipité par l'acide hypophosphoreux est incapable de retenir l'hydrogène. »

ASTRONOMIE. — *Note sur un télégramme et sur une Lettre de M. Janssen ; par* **M. Faye.**

« M. Ch. Sainte-Claire Deville vient de me remettre un télégramme de M. Janssen, en anglais altéré par le copiste ; en voici la traduction ;

« Simla, le 12 janvier.

« Confirmation de l'existence d'une atmosphère hydrogénée autour du » Soleil. Dépendance entre la présence des taches et les protubérances. »

» D'autre part, j'ai été chargé directement par M. Janssen de faire à l'Académie la communication suivante, extraite de sa Lettre du 19 décembre 1868 :

« Himalaya : long. 77°, 14′ ; lat. 31°, 6′, 25″.

« Plusieurs observateurs ont donné la raie brillante D comme faisant » partie du spectre des protubérances du 18 août. La raie brillante jaune » était effectivement située très-près de D, mais elle appartenait à des » rayons plus réfrangibles que ceux de D. Mes études subséquentes sur le » Soleil démontrent l'exactitude de ce que j'avance ici. »

» Ces communications laconiques de M. Janssen nous apportent des faits nouveaux, mêlés à d'autres faits que nous connaissions déjà par les communications plus promptes des observateurs qui ont suivi, tout près de nous, la voie ouverte par notre savant missionnaire. L'Académie se rend trop bien compte des difficultés de cette situation et de cet éloignement pour s'en étonner. L'existence de l'enveloppe hydrogénée a été constatée déjà par MM. Lockyer et Secchi. Le P. Secchi a déjà reconnu que la raie jaune des protubérances n'est pas la double raie D (ou D′D″) du sodium, mais une raie située un peu plus loin, du côté du vert, à une distance de D″ égale à une fois et deux tiers celle de D′ à D″. De plus, cette raie n'appartient pas au spectre ordinaire de l'hydrogène, et, chose étrange, il n'y a pas dans le spectre solaire de raie noire produite par le renversement de cette raie lumineuse (1).

(1) *Compte rendu* de la séance du 7 décembre dernier, p. 1123.

» Mais la relation signalée par M. Janssen entre les protubérances et les taches du Soleil est un fait nouveau du plus grand intérêt, dont l'annonce méritait certainement un télégramme. Je demande à l'Académie d'insister un moment sur ce point.

» Cette correspondance avait déjà été soupçonnée il y a longtemps, mais seulement au point de vue géométrique ; les astronomes avaient dû se borner à comparer les positions des protubérances entrevues à la hâte pendant une éclipse totale avec celles des taches très-voisines des bords. Ces recherches ne pouvaient aboutir ; j'ai moi-même contribué, je le crains, à les faire abandonner par cette remarque très-simple : les protubérances lumineuses des éclipses se montrent indifféremment dans toutes les parties du limbe du Soleil, vers les pôles aussi bien qu'à l'équateur, tandis que les taches n'apparaissent que dans les régions voisines de l'équateur et jamais aux pôles.

» Mais, par sa méthode nouvelle, M. Janssen est en état de suivre les protubérances jusque sur le Soleil lui-même, et de découvrir des relations qui nous resteraient inconnues sans son secours. Peut-être aussi la relation signalée par M. Janssen est-elle de nature physique non encore soupçonnée ? J'en attends, pour ma part, la communication complète avec d'autant plus d'impatience que les faits nouveaux, relatifs soit au spectre des taches (1), soit à celui des protubérances, me semblent éloigner de plus en plus l'idée, bien naturelle pourtant, de rattacher celles-ci aux courants ascendants de la masse solaire intérieure. Cette masse contient en effet, comme l'a montré M. Kirchhoff, beaucoup d'éléments chimiques portés à une très-haute température, et on ne concevrait guère que des éruptions hydrogénées, sortant violemment du sein de cette masse en trouant la photosphère, n'entraînassent pas avec elles des traces sensibles de ces éléments. Or on vient de voir que tous ces corps, que le sodium lui-même, dont il est si difficile de débarrasser nos flammes terrestres, manquent absolument dans les flammes solaires. Et il en est de même de la couche rose (hydrogénée) qui entoure le Soleil sur une épaisseur régulière de seize ou dix-huit cents lieues, puisqu'on n'y rencontre aucune trace des quinze ou vingt corps simples de la photosphère. Il semble donc que cette enveloppe soit simplement le réservoir d'un des deux éléments de la mer qui se formera plus tard à la surface de cet astre, lorsque la température aura suffisamment baissé, et qu'en attendant elle ne joue aucun rôle direct dans les

(1) D'après M. Huggins, le spectre des taches est identique au spectre ordinaire du Soleil, sauf pour la largeur des raies : celles-ci sont plus dilatées dans le premier.

phénomènes dont la masse intérieure et la photosphère sont actuellement le théâtre. Du moins cette influence ne m'est-elle nullement apparue dans mes recherches sur les mouvements des taches. Si elle existe, elle ne nous sera révélée que par des relations physiques, comme celles que M. Janssen est si bien en état de saisir et de nous dévoiler, et l'on peut juger par là de l'importance des résultats qu'on est en droit d'attendre de sa nouvelle méthode d'investigation. »

PHYSIQUE. — *Note sur la publication des* Œuvres de Verdet; *par* **M. H. Sainte-Claire Deville.**

« L'Académie n'a certainement pas oublié les regrets causés par la perte récente d'un savant éminent, d'un professeur dont l'enseignement a eu un si grand retentissement, quoiqu'il ait porté sur les parties les plus élevées d'une science qu'il a élucidée par sa haute et prudente critique. Verdet, enlevé fort jeune à cet enseignement et à ses travaux, a exercé une influence considérable sur la diffusion des théories modernes mathématiques, de la physique et de la mécanique. Ses leçons, adressées à des hommes déjà formés, ont été scrupuleusement recueillies par une réunion de jeunes professeurs de l'École Normale, et sont publiées aujourd'hui par les soins de sa famille, qui en recueillera le fruit par le lustre qu'une si belle œuvre jettera sur son nom. C'est de la part de la famille Verdet que je présente à l'Académie l'un des volumes de la collection, consacré à la théorie mécanique de la chaleur.

» Combien de nos maîtres illustres qui ont appartenu ou même qui appartiennent à notre Compagnie ont répandu dans leur enseignement d'idées fécondes qui ont été négligées ou qui ont fructifié sans avoir été rapportées à leur auteur. Cette réunion de jeunes professeurs (1) sauve d'un pareil oubli les idées de leur maître : elle remplit une tâche que l'Académie doit approuver, et à l'accomplissement de laquelle je ne puis assister sans un profond sentiment de satisfaction.

» Déjà l'un de nos Secrétaires perpétuels a présenté à l'Académie le Cours de physique professé par Verdet et recueilli par M. Fernet, lequel a trouvé sa récompense dans les paroles flatteuses prononcées par M. Dumas dans cette occasion.

» Aujourd'hui, M. Prudhon et M. Violle publient les Leçons sur la thermodynamique professées par Verdet à la Faculté des Sciences de Paris. L'exac-

(1) MM. E. Fernet, Gernez, Levistal, Prudhon et Violle, anciens élèves de l'École Normale et Professeurs de l'Université.

titude des Notes recueillies par eux, la fidélité intelligente de leur mémoire sont telles, qu'en lisant cet ouvrage, qui sera l'un des plus utiles à l'expansion d'une science encore si peu connue en France, j'ai retrouvé avec émotion toutes les formes de raisonnement et même de langage qu'affectionnait mon regrettable ami et collègue de l'École Normale.

» Rien ne sera d'un meilleur exemple que cette publication faite avec tout le talent, tout le luxe et les développements qu'elle mérite, par une famille qui honore le nom que Verdet a honoré, par de jeunes maîtres pieusement reconnaissants de l'enseignement qu'ils ont reçu et à laquelle notre savant confrère, M. de la Rive, de Genève, a bien voulu attacher son nom par l'Introduction qu'il lui consacre. »

M. Chasles fait hommage à l'Académie, de la part de l'auteur, M. le Comte *J. de Saint-Robert*, d'un opuscule sur Sadi Carnot, extrait des *Mémoires de l'Académie royale des Sciences de Turin* (t. IV, 1868).

« Cet écrit, dit M. Chasles, renferme surtout un exposé fort clair et intéressant des résultats principaux de l'ouvrage que Sadi Carnot a publié en 1824 sous le titre de *Réflexions sur la puissance motrice du feu et sur les Machines propres à développer cette puissance;* ouvrage qui est devenu, comme on le sait, le point de départ des travaux qui ont constitué la Thermodynamique. M. de Saint-Robert signale notamment ce principe que : *Le travail produit est proportionnel à la chute* (ou perte) *de la chaleur, et en raison inverse de la température absolue;* principe qui, bien que les données expérimentales de l'époque ne permissent pas de le formuler aussi nettement, est connu, avec raison, sous le nom de *principe de Carnot*.

» L'ouvrage de Carnot repose sur des raisonnements fort délicats, sans le secours d'aucune formule analytique, et par cela même parfois difficiles à saisir; mais notre regretté confrère Clapeyron en a fait le sujet, en 1839, d'un beau travail inséré dans le *Journal de l'École Polytechnique*, qui en est en quelque sorte une traduction analytique. On a dû depuis à M. W. Thomson un très-remarquable Mémoire, sous le titre de : *Compte rendu de la théorie de la puissance motrice de la chaleur* de Sadi Carnot, suivi peu de temps après d'une *Théorie dynamique de la chaleur*.

» Je n'ai pas besoin de rappeler à l'Académie d'autres importants travaux, notamment de MM. Clausius et Rankine, sur cette matière.

» Carnot fut enlevé à la science qu'il inaugurait si brillamment, en 1832, par une atteinte de choléra, à l'âge de trente-six ans. Il avait été Capitaine du Génie, démissionnaire en 1828.

» L'admiration que son ouvrage a inspirée à M. de Saint-Robert faisait désirer vivement à ce savant de connaître les vicissitudes de son existence; et il s'est adressé à son neveu, M. S. Carnot, Ingénieur des Ponts et Chaussées, qui a bien voulu lui communiquer une courte Notice insérée dans le Mémoire dont j'ai l'honneur d'entretenir l'Académie.

» Je suis obligé d'indiquer ici une rectification, non pas précisément relative à Sadi Carnot, mais concernant un point historique sur lequel une erreur s'est propagée dans tous les écrits sur l'histoire contemporaine, et que je semblerais accréditer. Il est dit que Carnot, étant encore élève à l'École Polytechnique en mars 1814, lors de l'attaque de Paris, fit ses premières armes à la Butte-Chaumont. C'est là l'erreur qui se reproduit sans cesse depuis plus de cinquante ans. Nous étions avec nos vingt-huit pièces, formant trois batteries, tous ensemble, au nombre de deux cent cinquante élèves, sur la route de la barrière du Trône à Vincennes. C'est vers 11 heures que nous avons reçu l'ordre de sortir de la barrière pour prendre cette position, ordre que nous attendions depuis 5 heures du matin, où s'étaient fait entendre dans le lointain les premiers coups de canon. Les hauteurs sur la gauche étaient déjà occupées par l'artillerie ennemie, et la plaine était couverte de cavalerie prussienne sur laquelle nous avons tiré aussitôt à mitraille. Cette cavalerie, pour nous atteindre, devait enfiler la route un peu plus élevée que la plaine; elle fondit sur nous trois fois, à portée de pistolet; nos deux tambours furent tués, plusieurs élèves blessés et d'autres faits prisonniers; mais les vides que huit pièces pointées dans la direction même de la route causaient dans ces escadrons les firent toujours rebrousser. Cependant un régiment de houlans russes, qui occupait le village de Vincennes, déboucha sur la contre-allée de droite. Nous croyions que c'était la cavalerie française qui venait nous soutenir; mais nous fûmes bientôt détrompés quand, arrivés à peu près sur toute l'étendue de notre ligne, ils nous ont assaillis à coups de lances. Le désordre qui s'est mis dans les vingt-huit pièces, les vingt-huit caissons et les cinquante-six attelages de quatre chevaux a protégé notre retraite, que nous avons effectuée sans rien perdre, de ce nombreux attirail, que quelques chevaux, et en nous défendant contre ces houlans, dont un certain nombre furent démontés. Je m'arrête dans ces détails.

» Mais que l'Académie veuille bien me permettre encore d'émettre un doute sur un point de la biographie de Sadi Carnot. Il est dit que, sous le gouvernement d'alors, il devait être tenu à l'écart, et qu'on l'envoya de garnison en garnison, et souvent dans de petites forteresses. J'étais très-

lié avec Sadi, et je crois me rappeler qu'il n'a trouvé dans le corps du Génie que de la bienveillance due au nom de son père, ainsi même que dans l'Administration supérieure de la Guerre, de la part du Duc de Feltre, qui avait été attaché au Bureau topographique lors du ministère du Général Carnot, sous le Consulat, et de la part aussi du Général de Caux, qui, je crois, avait été alors secrétaire du Ministre. Mais, j'en conviens, la vie de garnison ne pouvait convenir sous aucun rapport à l'esprit méditatif de Carnot et à son peu de disposition à rechercher le monde : aussi cette bienveillance lui servait-elle à obtenir des congés continuellement renouvelés; de sorte qu'il ne quittait pour ainsi dire pas Paris, où il a toujours conservé jusqu'à sa mort l'appartement même laissé par son père en 1815, rue du Parc-Royal.

» Cependant il avait reçu, dans les derniers mois de 1827, un ordre de service; mais c'est à Lyon qu'on l'envoyait. Je l'y trouvai en octobre, et restai trois jours avec lui. J'allais passer quelques mois à Nice et en Italie. Il me dit qu'il se proposait de retourner à Paris donner sa démission, et qu'il viendrait me retrouver. Effectivement, c'est alors qu'il donna sa démission. Mais, reprenant à Paris ses habitudes de travail, il y resta, et je l'y trouvai, à mon retour, en 1828. Nous nous étions liés à l'Ecole Polytechnique, comme camarades de promotion, ayant peut-être un peu les mêmes penchants pour l'étude. L'esprit de méditation et de raisonnement mathématique que je trouvais dans ses entretiens était pour moi un encouragement puissant, que favorisait la douceur de son caractère. Aussi l'ai-je toujours vivement regretté. »

M. le Secrétaire perpétuel annonce à l'Académie la perte douloureuse qu'elle a faite dans la personne de *M. Fournet*, Correspondant de la Section de Minéralogie, décédé à Lyon, dans les premiers jours du mois de janvier.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission composée de six Membres, dont trois doivent être pris dans la Section des Sciences mathématiques et trois dans la Section des Sciences physiques, pour l'examen des questions scientifiques qui pourront être proposées aux savants qui doivent faire partie du prochain voyage du *Jean-Bart*.

MM. de Tessan, Faye, Becquerel père, Milne Edwards, Brongniart et Boussingault réunissent la majorité des suffrages.

RAPPORTS.

HYDRAULIQUE. — *Rapport sur une communication de* M. Vallès, *faite le 21 décembre, sous ce titre :* Expériences faites à l'écluse d'Aubois, pour déterminer l'effet utile de l'appareil à l'aide duquel *M. de Caligny* diminue dans une proportion considérable la consommation d'eau dans les canaux de navigation.

(Commissaires : MM. Combes, Phillips, de Saint-Venant rapporteur.)

« M. Vallès, Inspecteur général honoraire des Ponts et Chaussées, connu par divers ouvrages de mathématiques et d'hydrologie, avait fait partie, en 1866, d'une Commission d'ingénieurs et d'inspecteurs du même corps, chargée de rendre compte d'expériences officielles exécutées en grand aux bassins de Chaillot, sur les effets de l'appareil inventé par M. de Caligny, et dont nous venons de dire l'objet. Son installation avait été ordonnée par M. le Ministre des Travaux publics, à la suite de Rapports de deux précédentes Commissions, appelées en 1849 et en 1860 à assister à des épreuves faites en petit.

» D'après l'avis très-favorable de la nouvelle Commission, dont M. Vallès était le rapporteur (1), M. de Caligny a été invité par le Ministre à rechercher, sur un des canaux de la France, une localité convenable, et à concerter avec les ingénieurs les dispositions à prendre pour la construction d'un appareil destiné à fonctionner habituellement.

» Le choix a porté sur l'écluse de l'Aubois, du canal latéral à la Loire (près de la célèbre usine de Fourchambault), parce que le niveau de son bief d'amont, qui a très-peu de longueur, est sujet à baisser notablement à chaque passage de bateau, de sorte qu'il importait, là plus qu'ailleurs, d'économiser beaucoup la dépense de volume d'eau que tout passage exige.

» M. l'Inspecteur Vallès, désireux de reconnaître l'établissement définitivement donné à l'appareil, qui avait fait dans un état provisoire l'objet de son étude, et d'en déterminer exactement l'effet utile, s'est rendu en 1868 à l'écluse de l'Aubois, où les travaux venaient d'être exécutés. Il y a séjourné une semaine, formant des agents à la double manœuvre du

---

(1) Le résumé officiel de son Rapport a été imprimé au *Journal de Mathématiques* de M. Liouville, en 1866, et au *Bulletin de la Société Philomathique* du 2 février 1867.

remplissage et de la vidange du sas, et se livrant journellement à des expériences relatives d'abord à la vidange.

» Il vous en a adressé les résultats le 21 décembre, par les mains de M. le Maréchal Vaillant. Sa communication a été renvoyée à une Commission composée de M. Combes, de M. Phillips et de moi. Et, depuis quelques jours, M. Vallès nous a remis, pour l'y annexer, deux compléments.

» Le premier donne un tableau des résultats analogues relatifs au remplissage, observés depuis son retour à Paris, et conformément à ses instructions, par M. Perrault, conducteur des Ponts et Chaussées. Les chiffres que donne cet agent intelligent et soigneux (1) sont les mêmes que ceux qui figurent dans une lettre adressée à l'inventeur par M. de Marne, Ingénieur en chef du canal, certifiant ainsi qu'on peut les regarder comme exacts.

» Le deuxième complément donne, avec une description des procédés de mesurage, un détail, que nous lui avons demandé, des chiffres relatifs à la vidange, dont M. Vallès n'avait d'abord présenté qu'une moyenne générale. Il y a joint les résultats d'observations relatives à une manœuvre qui économise le temps en sacrifiant une partie de l'effet utile: manœuvre particulière dont on pourra faire usage dans des moments de presse, si alors l'eau ne manque pas.

» On voit qu'il n'est pas précisément question, comme en 1849, 1860 et 1866, d'essayer un système nouvellement inventé et de s'assurer de la possibilité de son usage. L'appareil de M. de Caligny reçoit un premier emploi, et il s'agit aujourd'hui d'en apprécier les avantages, plus exactement que jusqu'ici on n'a pu faire.

» Commençons par en donner quelque idée d'après la description très-claire qu'en fait M. Vallès, en parlant d'abord des autres appareils ou procédés qui ont été précédemment proposés pour le même objet.

» Dans son état habituel, le sas de toute écluse reste généralement vide. On le remplit, puis on le vide de nouveau pour chaque passage de bateau, soit descendant, soit montant. Cette manœuvre consomme, c'est-à-dire fait descendre du bief d'amont au bief d'aval, un volume d'eau égal à la capacité du sas.

» Pour diminuer cette consommation, à laquelle l'alimentation supé-

(1) M. le conducteur Perrault s'est employé à toutes les opérations et à une intelligente mise en train du procédé avec un dévouement digne d'éloges.

rieure ne suffit pas toujours, divers moyens ont été proposés. Il en est un qui date de 1640, dont on a, depuis, fait quelque usage en Angleterre. C'est celui de l'écluse de Bouzingues, en Belgique, à savoir : la construction et l'emploi d'un *bassin d'épargne* latéral au sas et d'une superficie au moins égale. On y met en réserve (comme dit M. Minard dans son *Cours de navigation intérieure*) le tiers du volume d'eau de chaque éclusée pour en faire profiter l'éclusée suivante; et, avec deux bassins et une manœuvre plus compliquée, on en réserverait théoriquement jusqu'aux trois quarts. Mais les frais de ce procédé et ses inconvénients, entre autres celui de ralentir sensiblement la manœuvre, ont empêché d'en faire en France aucun usage. On n'a pas non plus suivi le conseil que donnait feu Girard, de multiplier les écluses en atténuant leurs chutes.

» Divers autres procédés ont été successivement proposés sans avoir jamais été l'objet d'essais en grand. Ainsi, MM. Solage et Bossut rendaient le sas mobile. M. Burdin fermait par un couvercle un grand bassin latéral où l'eau entrait et dont elle sortait avec l'aide d'un piston. M. de Betancourt, ingénieur français d'origine, qui était au service de l'Espagne au commencement de ce siècle, déterminait l'enfoncement, aussi dans un grand bassin, d'un volumineux flotteur faisant passer l'eau de ce bassin dans le sas pour le remplir, et il l'en retirait pour que le sas s'y vidât. M. Busby, ingénieur anglais, prenait, en 1813, une patente (*Repertory of Arts*, t. XXIII et XXIV) où le flotteur était creux, à deux compartiments superposés, recevant par des siphons, l'un de l'eau d'amont, l'autre de l'eau d'aval, et restituant ensuite ces quantités d'eau presque entières à leurs biefs respectifs. C'est ce même procédé qui, ingénieusement perfectionné en 1843, ou pour mieux dire inventé à nouveau et généralisé pour des écluses doubles, etc., par M. l'ingénieur civil D. Girard, lui a fait décerner en 1845 le grand prix de mécanique, sur le Rapport très-favorable de M. Poncelet, qui, après y avoir indiqué une amélioration de détail, s'est plu à faire une étude approfondie et savante de ce système qui semble porter l'économie d'eau à son maximum. L'administration en fit l'acquisition, mais elle n'en a pas exécuté de spécimen.

» L'appareil de M. de Caligny, ou de l'écluse de l'Aubois, que nous avons à examiner ici, est fondé sur un tout autre principe. Il produit son économie d'eau immédiatement ou pour l'éclusée même qui est en jeu, au lieu d'opérer, comme le bassin de Bouzingues, une réserve pour l'éclusée suivante.

» Il revient à user de suite du travail produit par la chute de l'eau soit

du bief d'amont dans le sas, soit du sas dans le bief d'aval, pour faire remonter à un niveau supérieur une certaine autre quantité de ce liquide. Tout récepteur hydraulique, tel que serait une roue à aubes en y adaptant toute machine élévatoire telle qu'une pompe, produirait plus ou moins un effet de ce genre; mais il importait que l'appareil adopté fût simple, d'un bon rendement malgré la variabilité de la force motrice, d'une manœuvre facile et de courte durée, enfin peu ou point sujet aux dérangements, et susceptible de laisser passer de l'eau chargée de vase ou de menus corps flottants, sans jamais s'encombrer. Les expériences de 1866 ont fait présumer que l'appareil exécuté en 1868 à l'Aubois, et que nous avons à apprécier, remplirait ces conditions. Il consiste essentiellement : 1° en un très-gros tuyau horizontal en maçonnerie, placé en contre-bas de la tenue d'eau d'aval et débouchant dans le sas vers l'extrémité inférieure de celui-ci; 2° en un fossé de décharge commençant aussi vers l'amont et allant déboucher en aval au-dessous de l'écluse. Les seules pièces mobiles sont deux manchons ou larges tubes verticaux en tôle, de faible hauteur, ouverts aux deux extrémités, et reposant sur deux ouvertures circulaires de même diamètre faites au ciel du tuyau horizontal. Si leur manœuvre se fait entièrement à la main, l'éclusier les soulève sans effort avec des leviers du premier genre, portant d'un côté un secteur sur lequel s'applique une chaîne de suspension, et de l'autre une tiraude avec contre-poids. Bien que ces deux tubes verticaux soient placés très-proches l'un de l'autre, l'un d'eux peut être appelé *tube d'amont*, parce que son soulèvement fait descendre dans le tuyau horizontal l'eau prise à l'amont, dont il est entouré; l'autre sera nommé *tube d'aval*, parce que l'espace qui entoure sa paroi extérieure se trouve en communication avec le fossé de décharge qui est comme une annexe du bief d'aval.

» S'agit-il de vider le sas supposé déjà rempli? On soulève le tube dit *d'aval;* les eaux du sas parcourent le tuyau et se précipitent dans le fossé de décharge en passant de tous côtés par l'ouverture annulaire que produit le soulèvement de cette espèce de soupape sans pression. Or, si, après avoir tenu le tube ainsi soulevé pendant quelques secondes, on le laisse retomber sur son siége, l'eau du long tuyau horizontal, animée d'une grande vitesse, ne pouvant continuer de s'échapper par l'ouverture qui lui était faite et qu'on vient d'intercepter, monte, en vertu de son inertie ou de sa force vive acquise, par l'intérieur de ce tube d'aval, et aussi du tube d'amont, et cela sans brusquerie et sans coup de bélier. Il en résulte, si les bouts supérieurs de ces deux tubes s'élèvent à quelques centimètres au

dessus du niveau de l'eau d'amont, et s'ils sont entourés d'une bâche convenablement disposée, qu'une portion de l'eau *monte du sas dans le bief d'amont de l'écluse*. Ainsi commence à se trouver utilisé le travail de la descente d'eau opérée.

» Lorsque l'eau a cessé de monter ainsi et que ce qui en reste dans les tubes est redescendu par une oscillation en retour, on soulève de nouveau le tube d'aval, puis au bout de quelques secondes on le laisse retomber. Il en résulte, dans le sas qui est à vider, un nouvel abaissement de l'eau, dont une première portion descend dans le bief d'aval, et dont ensuite une autre portion monte encore dans le bief d'amont. Et l'on continue cette manœuvre périodique jusqu'à ce que l'ascension d'eau qu'on veut obtenir soit devenue insignifiante pour l'épargne; alors on laisse écouler librement vers l'aval, en tenant le tube soulevé, le reste de l'eau du sas.

» S'agit-il, au contraire, de remplir le sas supposé vide? On le fait par une opération inverse et qui, malgré sa simplicité, est si singulière dans son effet, que l'on a vu des ingénieurs expérimentés rester longtemps sans la comprendre. On soulève le tube dit *d'amont*; l'eau du bief supérieur se précipite, par l'espace annulaire ainsi ouvert, dans le long tuyau, et de là dans le sas. Au bout de quelques secondes on laisse retomber le tube d'amont sur son siége et on soulève le tube d'aval; l'eau qui, dans le long tuyau, a acquis une grande vitesse continue sa marche *et fait dans ce tuyau un vide* qui appelle, par l'ouverture du dessous du tube d'aval soulevé, l'eau du fossé de décharge, c'est-à-dire *l'eau du bief d'aval*. Quand ce reflux artificiel cesse, on laisse retomber le tube d'aval et on soulève de nouveau le tube d'amont, et ainsi de suite. A chacune de ces doubles opérations successives, le sas se remplit, comme on voit, partie avec de l'eau prise en amont à un niveau supérieur, et partie avec de l'eau *prise en aval à un niveau inférieur*, grâce à cette espèce de machine pneumatique, ou de pompe aspirante sans piston ni clapet, dans laquelle se transforme spontanément le long tuyau horizontal chaque fois qu'on abaisse le tube d'aval après l'avoir tenu quelques instants soulevé.

» L'épargne d'eau produite par l'appareil ainsi décrit sera la somme des quantités du fluide soulevé du bief d'aval dans le sas pendant le remplissage, et du fluide soulevé du sas dans le bief d'amont pendant la vidange, car ce sera là ce qu'un passage de bateau exigera de moins que l'éclusée complète, habituellement dépensée. Et le *rendement*, ou effet utile proportionnel, aura pour mesure la fraction obtenue en divisant cette somme par le volume de l'éclusée, ou, ce qui revient au même, en divisant par la hau-

teur de la chute la somme des hauteurs d'eau du sas : les unes obtenues du bief d'aval, les autres passées au bief d'amont. Ces hauteurs sont celles d'abaissement et d'élévation qu'on mesure dans le sas, les premières pendant qu'un tube est levé, les autres pendant qu'il est baissé.

» M. Vallès a fait, pour obtenir ces hauteurs, une suite nombreuse d'expériences de vidange du sas, dans lesquelles le nombre des périodes, c'est-à-dire des soulèvements et des abaissements du tube d'aval, a varié de dix à douze.

» Il donne, dans sa Note de décembre, un tableau des abaissements totaux qui en sont résultés dans l'eau du sas pour les huit premières expériences faites, afin seulement de montrer leur presque constance, car ils n'ont guère varié que de $1^m,70$ à $1^m,75$, la chute totale de l'écluse étant de $2^m,40$ à $2^m,45$. Et, dans sa deuxième Note complémentaire, il fournit le détail des abaissements partiels ayant lieu pendant chacune des moitiés des douze périodes dont se sont composées les quatre expériences les plus sûres. Ils ont été observés, comme il le dit, en introduisant un bateau dans l'écluse pour diminuer l'agitation du fluide, et en comparant, après chaque demi-période, à l'aide de deux perches, la hauteur des bords du bateau avec celle du sommet des bajoyers.

» Il donne les abaissements observés à l'extrémité supérieure du sas et ceux qui ont été observés à l'extrémité inférieure; ceux-ci sont beaucoup plus forts que ceux-là dans les premières périodes; ils ne deviennent sensiblement égaux que dans les dernières. Ces différences prouvent simplement que l'eau dans le sas avait une pente très-sensible pendant les forts écoulements, comme naturellement cela devait être; et la demi-somme des deux abaissements mesurés donnait ce qu'il fallait pour calculer les volumes.

» M. Vallès regrette de ne pouvoir faire connaître en particulier les nombres appartenant à chacune des quatre expériences dont on parle; il n'en a pas conservé la note, les moyennes partielles pour toutes quatre ayant été composées sur les lieux avec des nombres qu'il se rappelle très-bien avoir différé très-peu d'une expérience à l'autre pour les mêmes périodes. Ces moyennes partielles, données *pour chaque perche*, peuvent donc être considérées comme fournissant tout ce qu'il faut avec une approximation suffisante; surtout quand on compare le résultat avec celui de Chaillot où l'on avait d'autres moyens d'observation et en même temps des causes de pertes d'effet; et aussi, en faisant la comparaison avec ce qui a pu être mesuré lors du remplissage du sas, où il y a plus de régularité et moins d'agitation.

» Quant aux chiffres relatifs au remplissage, ils sont donnés avec tout leur détail dans le premier complément, pour deux expériences à huit périodes. Il y a eu un tel accord entre ces deux expériences, que le conducteur Perrault a cru inutile d'en faire d'autres.

» Il résulte de ces moyennes générales que la portion de l'effet utile, ou rendement, obtenue pendant le remplissage est $\frac{1^m,001}{2^m,43} = \ldots$ 0,412

et la portion pendant la vidange est moyennement $\frac{0,926}{2,40} = \ldots$ 0,386

Effet utile total. 0,798

soit 0,80 ou les *quatre cinquièmes*.

» M. Vallès avait prévu, dès avant les dernières expériences, que l'effet utile partiel devait être plus considérable pendant le remplissage que pendant la vidange. Cela tient à ce que la variabilité du niveau des eaux dans le bief d'amont, exceptionnellement très-court comme on a dit, a obligé d'élever le bord supérieur des tubes à 10 centimètres plus haut qu'il ne faudrait dans les localités où les tenues d'eau sont à l'état ordinaire. Il pense que dans ces localités normales on obtiendrait bien 0,83 au lieu de 0,80.

» Dans le deuxième complément, M. Vallès, rend compte d'expériences ayant pour objet d'économiser le temps en sacrifiant une partie de l'effet utile, ce qui est possible à certaines époques de l'année. Alors, en bornant l'opération à six périodes, il ne fait, en vidant le sas, remonter que $0^m,563$ d'eau en amont, ce qui fait une épargne de $\frac{0,563}{2,40} = 0,235$. Si, pendant le remplissage, on suppose par analogie 0,265, l'on a, en additionnant, toujours une épargne de moitié. Mais on n'abrége ainsi le temps que d'une minute et demie, et il paraîtra sans doute généralement préférable de faire la manœuvre complète et toute l'épargne d'eau dont on a présenté une évaluation tout à l'heure.

» Il évalue aussi le rendement de l'appareil envisagé seulement comme machine élévatoire. Pour cela, il multiplie, afin d'avoir les quantités de travail, les volumes fluides par les hauteurs d'ascension ou de descente de leurs centres de gravité. Il trouve que dans la manœuvre de la vidange le rendement a été de 76 pour 100, et que dans celle du remplissage il a été de 81. Nous n'insistons point sur cette considération, qui est étrangère à notre objet principal.

» Mais ce qui intéresse cet objet, c'est la ressource supplémentaire dite *des grandes oscillations finales et initiales*, que l'on tire à volonté du même appareil pour produire une épargne d'eau additionnelle, profitable, comme

dans le système de Bouzingues, au passage de bateau qui suivra. Voici en quoi elle consiste, et le résultat de la mesure détaillée que M. Vallès en a faite.

» Quand la manœuvre alternative du soulèvement et de l'abaissement du tube d'aval, pendant la vidange du sas, a cessé de produire des ascensions sensibles d'eau vers l'amont, l'on tient ce tube levé, et ce qui reste d'eau dans le sas se précipite, par l'intermédiaire du long et large tuyau, dans le fossé de décharge qui communique avec l'aval. Si, alors, on laisse se fermer, par une porte de flot qu'on y a établie, l'extrémité inférieure de ce fossé, il résulte de la vitesse acquise, et nonobstant la direction du cours de l'eau, inverse de ce qu'elle est dans le tuyau, *que ce fluide monte, dans le fossé, plus haut qu'il ne se tient ensuite dans le sas d'où il est parti*. Un excès de 15 centimètres a été mesuré pour cet effet, que produit naturellement tout *siphon renversé*. Il s'ensuit, en abaissant alors le tube vertical d'aval pour intercepter la communication avec le sas, que le fossé de décharge fera *bassin d'épargne* pour une certaine tranche d'eau, tranche que l'on emploiera, au passage suivant de bateau, pour remplir d'autant le sas, avant de rien emprunter au bief d'amont. Même, alors, par une autre grande oscillation, dite *initiale*, et encore analogue à celles qu'offre un siphon renversé, l'expérience montre que l'eau ainsi introduite dans le sas s'y tient notablement plus haut qu'elle n'est ensuite dans le bassin d'où elle vient, ce qui ajoute encore un peu à l'épargne.

» De même, lors du remplissage, et après que le jeu des tubes a cessé d'aspirer profitablement de l'eau d'aval, si, en achevant de remplir le sas au moyen de la levée du tube d'amont, l'on ferme par une porte de flot l'entrée du petit bassin maçonné qui contient les tubes et qui communique avec le bief d'amont habituellement, la *grande oscillation* finale d'arrivée de son eau dans le sas fait monter dans celui-ci le fluide *plus haut* qu'il ne sera ensuite dans le petit bassin dont nous parlons; et ce bassin, quand on en abaisse le tube, ne contient plus l'eau qu'à un niveau inférieur à celui du bief d'amont. Il en résulte, dans ce même petit bassin maçonné, une sorte d'*épargne inverse* qui profitera à la vidange du passage suivant, car on y fera arriver naturellement, du sas, la tranche d'eau qui y manque pour atteindre le niveau d'amont, et ce sera autant de moins à envoyer en aval. Une *grande oscillation initiale* aura même lieu alors, avec petit surcroît de profit.

» M. Vallès, qui a mesuré les dénivellations produites par ces quatre grandes oscillations, surtout les finales, en conclut, pour l'épargne supplé-

mentaire qu'elles peuvent fournir, un chiffre de 10 pour 100 du volume de l'éclusée. L'épargne totale due au système serait ainsi de 90 pour 100.

» Un pareil résultat, s'il est confirmé, devrait être attribué à la simplicité de l'appareil, qui ne contient ni clapets ni pistons, et qui ne produit pas de chocs, parce que, comme dans la plupart de ceux de M. de Caligny, l'on s'est interdit toute fermeture de la section transversale du tuyau.

» Son inventeur compte peu, toutefois, sur l'obtention habituelle, dans la pratique, des 10 pour 100 dont on vient de parler, parce qu'il peut en résulter du ralentissement dans la manœuvre, et que le temps a aussi besoin d'être épargné. Mais cette économie d'eau éventuelle pourra cependant être recherchée dans les lieux où il y a pénurie d'alimentation, avec des chutes très-hautes, comme aux environs des points de partage. Aussi M. Vallès en a toujours fait avec raison l'un des sujets de son examen.

» Maintenant, obtiendra-t-on dans la pratique courante, et sans même compter ce surcroît final possible, les épargnes d'eau qui résultent des expériences ci-dessus? Un éclusier fera-t-il toujours jouer les tubes dix et douze fois, sans y mettre plus de cinq à six minutes que M. Vallès a comptées, y compris l'achèvement? Ce procédé, enfin, est-il appelé à devenir usuel dans tous les lieux et dans tous les temps où les voies navigables artificielles souffrent de la pénurie d'eau?

» Ces questions ne pourront être jugées qu'à la suite d'un usage d'une certaine durée. Elles ne font pas l'objet essentiel de la communication de M. Vallès. Toutefois l'honorable et savant Inspecteur général les a traitées en partie et accessoirement. Il énonce que des signes non équivoques caractérisent l'instant où il faut abaisser les tubes après les avoir tenus levés, de manière à obtenir dans chaque période le plus grand effet possible. On sait qu'en général les maxima restent quelque temps stationnaires, ou qu'ils varient fort peu pour des variations très-sensibles des éléments dont ils dépendent. On sait aussi que dans des manœuvres délicates, et à cause même de leur délicatesse un peu scientifique qui souvent flatte et stimule l'esprit des simples ouvriers, ils acquièrent quelquefois en peu de temps l'instinct pratique du mieux possible.

» D'ailleurs, après les deux ou trois premières périodes, où la manœuvre des tubes doit être opérée à la main, une expérience faite à Saint-Lô a prouvé que le reste pouvait être opéré *automatiquement* par une force de *succion* en rendant légèrement tronconique le bas des tubes et en le garnissant d'un rebord saillant et relevé, comme dans une autre machine déjà connue, qui a valu au même inventeur des récompenses aux deux

dernières Expositions. Enfin, quant au temps de la manœuvre, M. Vallès a fait observer que les larges ouvertures, de $1^m,40$ de diamètre, que découvre la levée des tubes, donnent un passage incomparablement plus prompt aux eaux que les ventelles perçant habituellement les portes dont elles compliquent la construction, et qui ne se manœuvrent qu'à l'aide de puissants crics; de sorte que, d'après lui, la considération du temps, qui fait le côté faible des autres systèmes mentionnés plus haut, ne paraît point défavorable à celui dont on vient de s'occuper.

» En conséquence, vos Commissaires, en faisant des réserves relativement à des points que l'usage seul pourra résoudre, et à de légères incertitudes que laissent les mesurages opérés, estiment que le système d'écluse à épargne d'eau établi sur le canal latéral de la Loire contre la rivière de l'Aubois est ingénieux, et scientifiquement fondé; qu'il donne, en supposant même que l'on dût réduire sensiblement les chiffres annoncés, un effet utile remarquable, avec des chances de perfectionnements ultérieurs. Et ils vous proposent de remercier M. Vallès de vous avoir fait part de considérations aussi intéressantes au point de vue de l'art des ouvrages de navigation intérieure. »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

MÉMOIRES LUS.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *De l'interprétation des imaginaires en Physique mathématique.* Note de **M. de Chancourtois.** (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Ch. Dupin, Liouville, Serret.)

« Je préviendrai d'abord que j'applique exclusivement la qualification d'*imaginaires* aux quantités affectées du coefficient $\sqrt{-1}$, et que la négation de l'existence de ces quantités me paraît comparable à l'opinion d'une personne qui, tournée obstinément vers des objets situés au nord, refuserait d'admettre la coexistence des objets situés au sud qu'elle ne peut embrasser du même coup d'œil.

» Je ferai ensuite trois remarques d'induction :

» 1° La conception de la *ligne droite,* qui est réalisée au premier chef par le *fil à plomb,* est physiquement inséparable de la conception d'un cylindre de révolution dans lequel elle représente l'axe, lieu des centres des *sections droites circulaires.*

» 2° Inversement, la conception du *cercle* qui est réalisé au premier chef

par la *roue* est physiquement inséparable de la conception de la *droite* menée par son centre *normalement* à son plan, laquelle droite ou *axe* détermine la position du cercle dans l'espace et préside toujours à la construction de la circonférence.

» 3° La règle aujourd'hui admise de la représentation linéaire des quantités affectées du coefficient $\sqrt{-1}$ dans la direction à angle droit de celle que l'on a adoptée pour les quantités réelles est surtout justifiée par ce fait, qu'une seconde application de la règle ramène à la distinction nécessaire des quantités réelles en quantités positives et quantités négatives; or le résultat de cette double application est indépendant de l'orientation du plan dans lequel on la pratique.

» Ces trois remarques me conduisent à formuler les énoncés suivants :

« L'existence des quantités dites *imaginaires,* dans l'acception que j'ai » précisée plus haut, c'est-à-dire l'existence des quantités affectées du coef- » ficient $\sqrt{-1}$, est inséparable de l'existence des quantités dites *réelles,* et » il y a corrélation constante entre les deux séries, dont l'une constitue » pour moi le règne de la continuité, et l'autre le règne de la disconti- » nuité; » étant d'ailleurs entendu qu'il n'y a rien d'absolument réel ni rien d'absolument imaginaire, et que l'opposition du réel et de l'imaginaire est seulement un fait de *réciprocité normale.*

» Dans le mode infini, « le plan réel a pour cortége imaginaire toutes » les droites qui lui sont normales, et réciproquement la droite réelle a pour » cortége imaginaire tous les plans qui lui sont perpendiculaires. »

» Dans le mode fini, « si les quantités réelles sont représentées par » des droites limitées, les quantités imaginaires corrélatives doivent être » représentées par des cercles situés dans des plans perpendiculaires à ces » droites et y ayant leurs centres; » et, réciproquement, « si les quantités » réelles sont représentées par des cercles, les quantités imaginaires » corrélatives sont nécessairement représentées par des longueurs comptées » sur les axes de ces cercles. »

» La formation des imaginaires apparaît alors comme une sorte de compensation logique de la restriction abstraite excessive sur laquelle repose toute la Géométrie plane.

» Le *double signe* qui accompagne ces quantités se rapporte au double sens dans lequel la circonférence peut être parcourue et acquiert toute sa valeur dès que l'on rattache la notion de la forme à la notion du déplacement qui introduit l'idée de temps.

» Si l'on passe de l'étude de la forme et de la vitesse du déplacement à l'é-

tude la plus complète du mouvement comprenant la considération des forces ou des masses, on aperçoit de suite une nouvelle signification des imaginaires. Le principe d'action rotatoire de deux forces parallèles de sens contraire, le couple qui se trouve parfaitement caractérisé par la grandeur et le sens d'une longueur comptée sur son axe perpendiculaire au plan de rotation, mais qui, dans le champ hypothétiquement restreint de la planimétrie, n'a plus de représentation déterminée, puisqu'il se résume par une résultante nulle appliquée à une distance infinie, le *couple*, dis-je, peut être rattaché par un rapport imaginaire à la *force* simple perpendiculaire à son plan de rotation ou parallèle à son axe.

» Finalement, « *le couple est l'imaginaire de la force au même titre que le* » *cercle est l'imaginaire de la droite.* »

» Si l'on admet cette manière de voir, on est ensuite amené à réunir les deux équations fondamentales d'une condition d'équilibre en une seule équation de la forme

$$A \pm B\sqrt{-1} = 0,$$

où A représente la résultante des forces transportées en un même point, et B le couple résultant.

» On sait par quel principe la détermination du mouvement est rattachée à la détermination de l'équilibre; la Mécanique serait donc ainsi réduite en principe à une seule équation.

» J'arriverai maintenant au terme de mes inductions, en passant par une suite de remarques du monde mathématique au monde physique :

» *a.* Il y a complète analogie entre la chaleur et la lumière;

» *b.* Les faits de dilatation qui accompagnent l'élévation de température se rattachent naturellement par la considération de la force centrifuge à l'idée de rotations moléculaires alternatives;

» *c.* Les vibrations lumineuses sont reconnues avoir lieu perpendiculairement aux rayons de lumière, que l'on peut aussi appeler *rayons de pesanteur;*

» *d.* Toute oscillation rectiligne peut être considérée comme la projection en profil d'un déplacement circulaire ou d'une rotation, et c'est même, si je ne me trompe, par ce seul artifice géométrique que l'analyse mathématique a pris pied dans les phénomènes vibratoires, les formules relatives à ces phénomènes contenant toujours une fonction circulaire.

» Si l'on rapproche ces remarques des considérations géométriques qui précèdent, n'est-on pas conduit à dire:

» La sensation de la chaleur, celle de la lumière, celle des autres manifestations dites *impondérables* doivent être dues à des mouvements moléculaires rotatoires, dont les circonstances sont aux effets de la pesanteur ce que les quantités imaginaires sont aux quantités réelles? à dire, en résumé :

» *Les impondérables de la physique sont les imaginaires des mathématiques?*

» C'est cette proposition que je prétends démontrer, en ce qui touche la vitesse des mouvements vibratoires et la vitesse de translation.

» THÉORÈME. — *Énoncé.* — « L'usage des quantités réelles pour repré-
» senter les vitesses de déplacement dues à l'action directe de la pesanteur
» implique l'interprétation des quantités imaginaires qui se présentent
» dans les calculs par les vitesses de vibration correspondant aux faits
» accessoires du genre de la chaleur. »

» *Démonstration.* — Soit un corps tombant, de masse m, considéré au moment où la chute lui a fait acquérir une vitesse v, et où il est animé en conséquence d'une force vive mv^2.

» Si ce corps supposé homogène et non élastique est arrêté brusquement sans déformation, la théorie mécanique établie au point de vue exclusif du mouvement de translation veut que cette force vive soit perdue.

» D'un autre côté, le principe de l'équivalence mécanique de la chaleur dûment généralisé veut que la perte de force vive de translation soit compensée par les effets résultant du choc, ou arrêt brusque, qui sont du même genre que l'échauffement, et correspondent à la somme des forces vives de vibration moléculaire ou intérieure.

» Désignons par ω la vitesse du mouvement intérieur de chaque molécule μ, qui se traduit entre autres effets par la sensation de chaleur, et dont l'amplitude se mesure, en ce qui concerne le même effet, par le degré de température.

» En restant au point de vue propre à la théorie du mouvement de translation, la somme des forces vives intérieures $\Sigma\mu\omega^2$ est nécessairement égale et de signe contraire à la force vive mv^2, puisqu'elle l'annule en apparence à ce point de vue, et on peut au moins en conclure, quel que soit le mode de sommation des forces vives moléculaires $\mu\omega^2$, que ω^2 est de signe contraire à v^2; donc si v^2 est positif, ω^2 est négatif; donc si v est réel, ω est imaginaire. C. Q. F. D.

» Je ne me dissimule pas l'objection capitale que l'on peut élever contre cette démonstration, mais je pense qu'elle est détruite par l'observation; qu'entre les deux principes sur lesquels j'appuie mon raisonnement, il y a un changement de point de vue, j'allais dire un changement de coordonnées.

» Je crois d'ailleurs que l'on rencontre nécessairement une difficulté analogue dans toute évolution théorique destinée à relier des faits de nature différente.

» Sans rien retirer de mes inductions sur la représentation géométrique des imaginaires, je tiens à constater que mon théorème en est indépendant.

» J'ai évité de prononcer le mot *électricité*: l'électricité, pour laquelle nous n'avons aucun sens spécial, n'est pas du même ordre que la chaleur, la lumière, les saveurs et les odeurs, et comme elle arrive, dans l'électro-magnétisme, à réaliser des effets analogues à ceux de la pesanteur, elle doit, pour cette raison, lui être rattachée par un produit de deux rapports imaginaires.

» J'ai aussi évité d'employer le mot *gravitation*, qui pourrait être réservé pour l'ensemble des manifestations de réciprocité, dont l'étude mathématique devrait, ce me semble, être menée de front au moyen des quantités $a \pm b\sqrt{-1}$, méritant alors la qualification de *quantités naturelles*. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

GÉOMÉTRIE ANALYTIQUE. — *Courbure en un point multiple d'une courbe ou d'une surface; par* **M. L. Painvin.** (Extrait.)

(Commissaires : MM. Chasles, Bertrand, Serret.)

« Voici les énoncés des principales propositions auxquelles j'ai été conduit.

Courbes.

» 1. Lorsqu'une courbe possède un point double ordinaire O, un cercle quelconque, touchant en O une des branches de la courbe, rencontre cette courbe en trois points coïncidant avec O, c'est-à-dire qu'il a avec elle un contact effectif du premier ordre. Il existe, pour chacune des branches de la courbe, un cercle touchant cette branche et rencontrant la courbe en quatre points coïncidant avec O, c'est-à-dire ayant avec cette courbe un contact effectif du second ordre ou d'un ordre plus élevé; ce sont les deux cercles osculateurs au point double considéré.

» Si l'une des tangentes au point double a, avec la courbe, un contact effectif d'un ordre supérieur au premier, le rayon du cercle osculateur correspondant est infini.

» 2. Lorsque le point double est un *point de rebroussement* (c'est-à-dire

si les deux tangentes se confondent), on devra distinguer les trois cas suivants :

» 1° Lorsque la tangente de rebroussement a, avec la courbe, un contact effectif du premier ordre seulement, le cercle osculateur, c'est-à-dire le cercle ayant un contact effectif du second ordre, a son rayon nul; la courbure est alors infinie.

» 2° Lorsque la tangente de rebroussement a, avec la courbe, un contact effectif du second ordre, et du second ordre seulement, un cercle quelconque, touchant la courbe au point de rebroussement, la rencontre en quatre points coïncidant avec le point double, c'est-à-dire a avec elle un contact effectif du second ordre. Il y a alors deux cercles ayant avec la courbe un contact effectif du troisième ordre ou d'un ordre plus élevé; ces cercles sont en général distincts, et leurs rayons ne sont jamais nuls ou infinis.

» 3° Lorsque la tangente de rebroussement a, avec la courbe, un contact effectif d'un ordre supérieur au second, un cercle quelconque, touchant la courbe au point de rebroussement, a avec cette courbe un contact effectif du second ordre seulement. Il n'y a plus qu'un seul cercle osculateur dont le rayon ne soit pas en général infini; ce cercle a un contact effectif du troisième ordre, ou d'un ordre plus élevé dans des cas particuliers.

» 3. Lorsqu'une courbe possède un point multiple d'ordre p, et que les tangentes en ce point sont distinctes, il y a p cercles qui, touchant séparément chacune des branches de la courbe, ont avec celle-ci un contact effectif du second ordre, c'est-à-dire la rencontrent en $(p+2)$ points coïncidant avec le point multiple.

« Si une des tangentes au point multiple a, avec la courbe, un contact effectif d'un ordre supérieur au premier, le rayon de courbure correspondant est infini.

» 4. Une courbe ayant un point multiple O, d'ordre p, on suppose que l des tangentes viennent à coïncider avec une droite T; on admet, en outre, que les polaires du point O, ayant pour ordres respectifs p, $p+1$, $p+2$, $p+3,\ldots$, $p+l-2$, $p+l-1$, $p+l$, renferment respectivement et au moins l, $l-1$, $l-2$, $l-3,\ldots$, 2, 1, 0 droites coïncidant avec la tangente T. Ceci admis, un cercle quelconque, touchant en O la droite T, rencontre la courbe en $(p+l)$ points coïncidant avec O, c'est-à-dire a avec elle un contact effectif du $l^{ième}$ ordre.

» Il y aura l cercles osculateurs correspondant à cette tangente, c'est-à-

dire l cercles qui, touchant en O la droite T, auront avec la courbe un contact effectif du $(l+1)^{ième}$ ordre ou d'un ordre plus élevé. Aucun de ces cercles n'aura son rayon nul; mais il pourra arriver que plusieurs aient leur rayon infini.

» 5. Une courbe ayant un point multiple O, d'ordre p, l des tangentes viennent à coïncider avec une droite T; on suppose en outre que, parmi les polaires du point O dont les ordres respectifs sont p, $p+1$, $p+2,\ldots$, $p+i,\ldots$, $p+j,\ldots$, $p+l-1$, $p+l$, toutes ne renferment pas respectivement l, $l-1$, $l-2,\ldots$, $l-i,\ldots$, $l-j,\ldots$, 2, 1, 0 droites coïncidant avec la droite T; ainsi, par exemple, les polaires dont les ordres sont $(p+i)$, $(p+j)$, $(p+k)$, $[i<j<k<l]$, renferment respectivement $(l-i-i_1)$, $(l-j-j_1)$, $(l-k-k_1)$ droites seulement coïncidant avec T, au lieu d'en renfermer $(l-i)$, $(l-j)$, $(l-k)$. Dans ce cas, un cercle quelconque, touchant en O la droite T, aura avec la courbe un contact effectif de l'ordre $(l-i_1)$, si i_1 est le plus grand des nombres i_1, j_1, k_1. Il y aura alors i cercles ayant un contact effectif d'un ordre plus élevé, et les rayons de ces i cercles seront nuls.

Surfaces.

» 6. Lorsqu'une surface possède un point multiple O, d'ordre p, et qu'un plan sécant tourne autour d'une génératrice fixe G du cône tangent, le lieu des centres des cercles osculateurs en O à la branche de courbe qui touche cette génératrice est un cercle situé dans un plan perpendiculaire à la droite G et touchant en O le plan tangent au cône suivant cette génératrice. Le théorème de Meunier est donc encore vrai dans le cas d'un point multiple; le plan sécant doit tourner alors autour d'une tangente proprement dite en ce point multiple. Si la génératrice G est une des $p(p+1)$ tangentes inflexionnelles de la surface S en son point multiple, le lieu des centres est la droite de l'infini située dans le plan perpendiculaire à cette génératrice.

» 7. Lorsqu'une surface possède un *point double de rebroussement conique* (ou point double biplanaire), un plan quelconque passant par l'axe de rebroussement OZ, c'est-à-dire l'intersection des deux plans tangents ZOT_1, ZOT_2, coupe la surface suivant une courbe ayant un rebroussement en O; OZ est la tangente de rebroussement. La courbure en ce point de la courbe de section est infinie; il y a exception pour trois directions du plan sécant; dans ce cas, il y a deux cercles osculateurs : ces cercles ont avec la courbe de section un contact effectif du troisième ordre.

» Lorsque le plan sécant tourne autour d'une droite fixe OA située dans le

plan tangent ZOT_1, par exemple, le lieu des centres des cercles osculateurs en O et touchant la droite OA est un cercle; ce cercle touche le plan ZOT_1 et est dans un plan perpendiculaire à OA. Si la droite OA est une des tangentes inflexionnelles de la surface S situées dans le plan ZOT_1, le lieu des centres est la droite de l'infini située dans le plan perpendiculaire à OA.

» Le lieu des centres des cercles osculateurs en O pour toutes les sections planes de la surface S est une surface du dixième ordre, qui se décompose en deux surfaces du cinquième ordre Γ et Γ_1; pour chacune des surfaces Γ et Γ_1, l'origine O est un point quadruple (quadri-planaire); elles passent toutes deux par les cercles imaginaires de l'infini. Le cône des directions asymptotiques se compose du cône imaginaire $(x^2+y^2+z^2=0)$ et de plans respectivement perpendiculaires aux tangentes inflexionnelles de la surface S relatives au point O.

» 8. Lorsqu'une surface S possède un point double O de *rebroussement plan* (ou point double uni-planaire), les tangentes proprement dites à la surface en ce point sont dans un même plan que je nomme *plan de rebroussement;* ce plan coupe la surface suivant une courbe ayant un point triple en O; soient T_1, T_2, T_3 les tangentes en ce point triple.

» Quand un plan passe par le point O, le cercle osculateur en O à la courbe de section est un cercle de rayon nul, c'est-à-dire que la courbure est toujours infinie tant que le plan sécant ne passe pas par une des tangentes T_1, T_2, T_3.

» Lorsque le plan sécant passe par une de ces tangentes, T_1 par exemple, un cercle quelconque touchant en O la courbe de section a, avec cette courbe, un contact effectif du second ordre, c'est-à-dire la rencontre en quatre points coïncidant avec O; il y a alors deux cercles osculateurs ayant avec la courbe en O un contact effectif du troisième ordre.

» Lorsque le plan sécant tourne autour de la tangente T_1, par exemple, les centres des cercles osculateurs proprement dits décrivent une courbe située dans un plan passant par O et perpendiculaire à la droite T_1; cette courbe est du quatrième ordre, elle a un point de rebroussement en O; les points circulaires sont des points doubles. La courbe en question se réduit à deux cercles, si la droite T_1 résulte de la superposition de deux des tangentes au point triple de la section de la surface par le plan de rebroussement.

» 9. Lorsqu'une surface possède un point double de rebroussement plan, et que le plan de rebroussement coupe la surface suivant une courbe

ayant un point quadruple en O, il y aura deux cercles osculateurs en O pour la section faite par un plan quelconque passant par le point O; ces deux cercles auront avec la courbe un contact effectif du troisième ordre au moins.

» Lorsque le plan sécant tourne autour d'une droite fixe située dans le plan de rebroussement, le lieu des centres des cercles osculateurs en O se compose de deux cercles situés dans un plan perpendiculaire à la droite fixe et touchant en O le plan de rebroussement.

» Si le plan sécant tourne d'une manière quelconque autour du point O, le lieu des centres des cercles osculateurs est une surface Γ du huitième ordre ; le point O un point sextuple (tri-planaire) pour la surface Γ; le cercle imaginaire de l'infini est une *courbe double;* le cône des directions asymptotiques se compose de deux fois le cône imaginaire ($x^2+y^2+z^2=0$) et de quatre plans respectivement perpendiculaires aux tangentes du point quadruple de la section de la surface S par le plan de rebroussement. »

PHYSIOLOGIE. — *L'ingestion de la chair provenant de bestiaux atteints de maladies charbonneuses peut-elle communiquer ces affections à l'homme et aux animaux?* Note de **M. G. Colin.**

(Commissaires : MM. Cl. Bernard, Bouley, Boulliaud.)

« Les expériences faites à Alfort par M. Renault et communiquées à l'Académie des Sciences, il y a une quinzaine d'années, n'ont pas complétement tranché la question de savoir si les débris d'animaux charbonneux peuvent, sans danger, servir à l'alimentation de l'homme. En effet, d'après ce consciencieux observateur, certains animaux se nourriraient impunément de ces débris, tandis que d'autres en éprouveraient des accidents graves, parfois mortels. A quoi tiennent ces résultats opposés et comment la viande charbonneuse peut-elle être, suivant les espèces qui en font usage, un aliment tantôt dangereux, tantôt d'une innocuité parfaite? Tel est l'objet de ma communication.

» Dans les recherches que je vais résumer, j'ai eu en vue tout à la fois le côté physiologique de la question et celui de l'hygiène publique; mais ce dernier a surtout attiré mon attention, à cause de l'habitude qu'on prend de manger la viande saignante ou en partie crue, et de la facilité que le commerce trouve à verser aujourd'hui sur le marché des grandes villes les dépouilles des animaux abattus en dehors de la surveillance administrative.

» Je me suis assuré, par une première série d'expériences, que, parmi les mammifères et les oiseaux domestiques, il n'en est aucun qui ne jouisse de l'aptitude à contracter le charbon par le fait de l'inoculation. Il se communique à tous par ce moyen, mais non avec une égale facilité : très-bien aux herbivores et difficilement aux carnassiers, comme aux oiseaux, qui passent à tort pour être réfractaires à la contagion de cette maladie. L'homme partage la même aptitude dans des limites restreintes. L'inoculation ne développe guère sur lui qu'un charbon local, le moins grave de tous, connu sous le nom de *pustule maligne*, encore n'est-ce que difficilement, comme le prouve ce qui se passe dans les clos d'équarrissage, tels que celui de Sourd, près de Chartres, où des ouvriers, dont les mains sont fréquemment blessées, dépècent tous les jours, sans en éprouver d'accidents, un grand nombre de cadavres de ruminants charbonneux.

» Dès l'instant que l'aptitude à contracter le charbon par l'inoculation est établie pour les animaux et pour l'homme, on conçoit que tous puissent contracter cette maladie en faisant usage de débris virulents, à supposer que l'inoculation soit susceptible de s'opérer par la muqueuse des voies digestives, comme elle se fait dans les solutions de continuité. Il faut donc examiner ce point pour chaque espèce en particulier, car on ne saurait, en raison des différences d'organisation, conclure sûrement d'un animal à l'autre, ni des animaux en général à l'espèce humaine.

» J'ai d'abord fait avaler à quatre chiens une grande partie du cadavre d'un mouton qui venait de mourir du charbon, dit *sang de rate*, développé par l'inoculation. Aucun de ces quatre animaux n'a éprouvé la plus légère indisposition. Le sang du mouton était cependant très-riche en bactéries et d'une grande virulence, comme le démontra l'insertion de quelques gouttes de ce liquide dans le tissu cellulaire d'un lapin.

» Un autre chien a été nourri, pendant huit jours, de viande et de sang provenant d'un cheval mort du charbon; il a dévoré, en outre, à quelques jours d'intervalle, plusieurs lapins charbonneux dont il a été obligé de broyer les os, au risque de se blesser la muqueuse buccale. Il n'en a pas été plus incommodé que les premiers.

» Tous les faits observés sur les chiens concordent avec ceux-là. Dans les expériences de M. Renault, jamais aucun accident de transmission n'a été constaté sur ces animaux. Lors de l'épizootie charbonneuse observée par M. Rey, dans les Hautes-Alpes, plusieurs chiens ont impunément dévoré des chairs d'animaux morts et même des tumeurs qui venaient d'être extirpées. A cet égard, aucun doute ne saurait subsister.

» Les autres animaux carnassiers paraissent aussi complétement réfractaires que le chien à l'inoculation par les voies digestives. Tous les jours, on voit ceux des ménageries se repaître de viandes de cette nature. Les carnassiers du Muséum nous répètent à tout instant l'expérience, car, parmi les viandes saisies dont ils se nourrissent, il en est assez souvent qui proviennent d'animaux charbonneux, comme j'en ai eu plusieurs fois la preuve. On peut même ajouter que, sans cette immunité, les carnassiers sauvages seraient vite détruits, tant sont fréquentes les occasions qu'ils trouvent de dévorer des cadavres d'herbivores tués par les maladies carbunculaires.

» Le porc et les oiseaux de basse-cour qui mangent avec avidité la chair et le sang se comportent absolument comme les carnivores. On peut leur donner, sans qu'il en résulte aucun accident, les muscles, le foie, la rate et toutes les parties les plus altérées par le charbon. Ici, le fait de l'innocuité acquiert une nouvelle importance, car le porc et les oiseaux de basse-cour sont plus aptes à l'inoculation du virus charbonneux que les carnassiers, et ils ont, en outre, des maladies charbonneuses spontanées.

» Quant aux herbivores, bien que, dans les conditions ordinaires, ils ne soient pas exposés à ingérer la chair et le sang, ils peuvent prendre des fourrages souillés par divers débris cadavériques. Aussi, pour eux, l'examen de la contagion par les voies digestives n'est pas sans intérêt.

» J'ai nourri pendant plusieurs jours deux lapins, de farine et de son arrosés de sang provenant de ruminants morts du charbon pendant l'été, dans les environs de Chartres. Ils n'ont éprouvé aucun trouble notable dans les fonctions digestives et aucun symptôme de charbon. Pour mieux mettre en contact le sang avec les muqueuses buccale et pharyngienne, je l'ai fait ensuite avaler par petites portions, en le portant entre les lèvres et sur la langue, à l'aide d'un pinceau. Sur six animaux, trois jeunes et trois adultes, l'opération a été répétée pendant plusieurs jours consécutifs; aucun d'eux n'a ressenti la moindre indisposition.

» Mais les choses se passent-elles sur l'homme comme sur les carnassiers, sur les omnivores, les oiseaux et les rongeurs? Tout semble le démontrer, avec une certitude presque égale à celle que donneraient des expériences directes. Un grand nombre de faits authentiques et très-bien observés prouvent que l'usage de la chair des animaux charbonneux ne produit pas d'accidents susceptibles d'être rapportés à une inoculation par les voies digestives. En effet, dans les observations de Duhamel et de Morand, un grand nombre de personnes ont mangé impunément la chair des bœufs

affectés de charbon, quoique sans doute elle ait dû être souvent imparfaitement cuite et en partie saignante. Il n'est arrivé d'accidents qu'aux individus qui se sont inoculé le sang en tuant les animaux malades ou en préparant la chair. On voit, de même, à tout instant, dans les campagnes, les animaux morts du charbon servir aux repas de ceux qui les dépouillent, Il arrive, non moins fréquemment, que des bœufs ayant contracté, par le fait de longues marches pendant les fortes chaleurs, des affections très-analogues au charbon sont, sans qu'il en résulte d'accidents, livrés à la consommation, même dans les villes où la viande est mangée sous diverses formes à demi crue. Dans les fermes de la Beauce, on égorge assez souvent des moutons à sang de rate pour les usages culinaires, comme on le faisait il y a vingt-cinq ans, alors qu'on ne soupçonnait pas encore la nature charbonneuse de cette maladie, et pourtant les médecins ne paraissent pas observer d'accidents dans ces conditions. Il est clair que s'il s'en produisait, même rarement, l'usage de cette chair serait réputé dangereux. L'homme ne fait donc pas exception à la règle générale; il semble se trouver dans le même cas que les animaux qui consomment sans danger la chair crue de provenance charbonneuse.

» Les trois exemples de transmission du charbon aux bêtes ovines, les seuls que M. Renault ait constatés dans ses nombreuses expériences, ne sauraient affaiblir la précédente conclusion, car ils sont offerts par trois animaux auxquels il a fallu faire avaler de force les débris charbonneux. On a pu blesser les muqueuses en portant les substances virulentes au fond de la gorge ou en faire tomber une partie dans les voies aériennes, comme cela arrive fréquemment lorsque la déglutition n'est pas libre. Dans le premier cas, l'absorption se sera effectuée par les plaies; dans le second cas, elle aura eu lieu à la surface d'une muqueuse qui jouit au plus haut degré de la faculté absorbante. Ce qui montre le fondement de cette explication, c'est qu'aucun exemple d'inoculation n'a été observé sur les animaux qui ont mangé spontanément la chair, le sang et les autres débris des sujets morts du charbon.

» Maintenant, à quoi faut-il attribuer l'innocuité des matières charbonneuses introduites dans les voies digestives? Est-ce à la non-absorption des principes virulents, ou à leur altération par le suc gastrique ou par les liquides intestinaux, altérations qui les dépouillent de leur activité?

» Il n'est pas improbable que les matières virulentes du charbon se comportent comme les venins et certains poisons, tels que le curare, qui demeurent sans action dans le tube intestinal, sans qu'on connaisse exac-

tement la raison de ce fait exceptionnel. Mais il est certain que les sucs digestifs enlèvent à la chair et au sang de provenance charbonneuse leurs propriétés contagifères. Pour le démontrer, j'ai fait avaler du sang et des muscles doués d'une virulence préalablement constatée à un chien porteur d'une fistule gastrique, et j'en ai retiré au bout de quelques heures les portions fluidifiées. Celles-ci n'ont plus alors produit aucun effet par leur insertion dans le tissu cellulaire d'un petit animal. D'autre part, le suc gastrique retiré de l'estomac de l'animal vivant et mis en contact avec le sang à la température du corps, dans une sorte de digestion artificielle, a également destitué ce liquide de ses propriétés morbides. C'est donc surtout à l'action du suc gastrique que les matières virulentes doivent l'innocuité qu'elles acquièrent dans l'appareil digestif, innocuité que la cuisson complète peut aussi communiquer.

» D'après ce qui précède, on voit qu'il n'y a pas lieu de s'alarmer des opinions récemment exprimées au sujet de l'usage des viandes charbonneuses, ni de faire des vœux pour la révision des règlements sévères applicables à la vente des viandes de cette nature.

» Dans une prochaine communication, j'aurai l'honneur de faire part à l'Académie des recherches qui établissent, je pense, que la chair des animaux phthisiques ne peut donner lieu à aucun accident d'inoculation tuberculeuse. »

PHYSIQUE. — *Réponse à une réclamation de priorité de* M. Demoget *concernant une machine électrique; par* **M. F. Carré.**

(Commissaires : MM. Balard, Edm. Becquerel, Jamin.)

« Je lis, dans les *Comptes rendus* du 11 janvier, une réclamation de priorité de M. Demoget, de Metz, sur la machine diélectrique que j'ai présentée à l'Académie le 28 décembre dernier, réclamation appuyée, d'une part, sur ce qu'il a fait produire publiquement le même jour, *à la machine de Holtz, placée par lui dans des conditions spéciales, des étincelles de* 15 *à* 18 *centimètres.* J'ai l'honneur de rappeler à l'Académie, que mon appareil, décrit par M. Jamin à la séance du 28 décembre, avait été présenté en réalité et de toutes pièces à la séance du 21 décembre précédent, pendant laquelle il a fonctionné, sans qu'il ait été possible de l'expliquer alors, à cause de l'abondance des matières de l'ordre du jour; j'ajoute qu'il a été consigné dans un brevet le 10 novembre dernier; j'observerai ensuite qu'à part le principe

de l'influence, ma machine diffère essentiellement de la machine de Holtz, et qu'il n'y a de commun dans les deux expériences que la longueur des étincelles : encore faudrait-il que M. Demoget indiquât, comme je l'ai fait, le diamètre du plateau qui les a produites, pour en établir la comparaison réelle.

» M. Demoget paraît faire la même confusion à propos d'un Mémoire présenté par lui le 29 octobre à l'Académie de Metz, *sur la machine de Holtz et ses congénères, ainsi que sur une machine à double plateau*, Mémoire pour lequel, du reste, la Note n'argue d'aucune publicité.

» M. Demoget annonce que les étincelles de 15 à 18 centimètres ont été obtenues par lui, alors que l'air extérieur était saturé de vapeur d'eau ; je dois faire remarquer que dans l'air saturé de vapeur d'eau, même en supposant une température relativement basse de + 10 degrés, aucune machine statique ne peut donner d'électricité sensible, et que l'air ambiant doit être loin du point de saturation pour obtenir des étincelles de 4 à 5 centimètres. »

MM. Combes et de Saint-Venant sont adjoints à la Commission précédemment nommée pour l'examen des Mémoires adressés par *M. Lévy*, pour le concours du prix Dalmont.

M. de Saint-Venant est adjoint à la Commission nommée pour l'examen du Mémoire adressé par *M. Kleitz* « sur les forces moléculaires dans les liquides en mouvement, avec application à l'hydrodynamique ».

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correpondance :

1° Un volume imprimé en anglais, ayant pour titre : « Manuel des produits économiques du Pendjab, par *M. Powell* ». Ce volume est offert à l'Académie, au nom du gouvernement du Pendjab, par *M. Garcin de Tassy*.

2° Une brochure intitulée : « Notes paléontologiques par *M. Eug. Deslongchamps* ».

« M. **Chasles** fait hommage à l'Académie, de la part de M. le Prince *B. Boncompagni*, de la livraison de septembre du *Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze matematiche e fisiche*, où l'on trouve une Notice fort étendue et intéressante du D[r] Angelo Forti, professeur à l'école technique de Pise, sur les travaux de deux géomètres hongrois, Wolfgang et Jean Bolyai. M. Boncompagni a joint à cette Notice de nombreuses notes bibiographiques. Cette livraison du Bulletin renferme aussi un Résumé des diverses publications mathématiques de M. Poudra. »

M. J. **Carpenter** adresse, de l'Observatoire de Greenwich, six épreuves photographiques sur verre de l'éclipse de Soleil du mois d'août 1868.

PHYSIQUE. — *Sur un fragment de verre présentant une division radiée.* Lettre de M. **Ernest Dumas** à M. Élie de Beaumont.

« En mettant en ordre un certain nombre de produits chimiques et d'échantillons minéralogiques laissés par M. Gay-Lussac au laboratoire de la *Garantie*, j'ai rencontré un fragment de verre qui, par suite d'un refroidissement brusque, a contracté un système de cassures d'une forme toute particulière, et qui avait été conservé évidemment à cause de cette disposition.

» Frappé de la relation qui peut exister entre ces cassures et la solidification de la surface du globe terrestre, j'ai de suite pensé qu'il pouvait vous être agréable d'avoir connaissance de cet échantillon, et je prends la liberté de vous le soumettre en vous priant de vouloir bien l'accepter comme provenant de Gay-Lussac, se rattachant au système pentagonal et offert par un de vos anciens élèves. »

« M. **Élie de Beaumont**, en déposant sur le bureau de l'Académie le fragment de verre, en forme de secteur sphérique, envoyé par M. Ernest Dumas, compare la division de sa surface courbe en polygones irréguliers par des fissures normales pénétrant à peu près jusqu'au milieu du rayon, au *craquelé initial* qui a dû se produire sur la surface du globe terrestre pendant la *première phase* de son refroidissement. Le réseau pentagonal s'est développé pendant la *seconde phase* sous l'empire d'actions mécaniques qui n'existaient pas durant la première. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur le nombre des droites qui satisfont à quatre conditions données.* Note de M. HALPHEN, présentée par M. Bertrand.

« Parmi les droites qui satisfont à deux conditions données, combien y en a-t-il qui satisfassent à deux conditions nouvelles? En cherchant à résoudre ce problème, je suis parvenu au résultat suivant. Si M et N sont les nombres trouvés en particularisant de deux manières différentes le second couple de conditions, celui que l'on trouvera dans tout autre cas est de la forme $\alpha M + \beta N$, α et β étant des nombres qui ne dépendent pas du premier couple de conditions. L'objet de cette Note est la démonstration de ce théorème.

» On voit immédiatement qu'on n'augmente ni ne diminue la généralité de la proposition en particularisant les deux couples de conditions qui, joints successivement au premier, donnent lieu aux *caractéristiques* M et N. Je supposerai donc que pour l'un de ces couples : « Les droites sont dans un » plan donné », et pour le second : « Les droites passent par un point » donné », et je désignerai par μ et ν les caractéristiques correspondantes.

» Cela posé, on verra aisément que le théorème énoncé peut être mis sous cette forme :

« Le nombre des droites qui satisfont à deux couples de conditions dont » les caractéristiques sont μ, ν et μ_1, ν_1, est égal à $\mu\mu_1 + \nu\nu_1$. »

» Je vais démontrer ce théorème.

» Soient

$$y = ax + b, \quad z = cx + d$$

les équations d'une droite, et

$$(1) \qquad \Phi(a, b, c, d) = 0, \quad \Psi(a, b, c, d) = 0$$

deux équations auxquelles satisfont ses paramètres. Supposons d'abord que ce sont des équations générales de degré m et m'. La condition que la droite soit dans un plan $(Ax + By + Cz = 1)$ est exprimée par les deux équations linéaires

$$(\alpha) \qquad A + Ba + Cc = 0, \quad Bb + Cd = 1.$$

La condition que la droite passe par un point est aussi exprimée par deux équations linéaires. Donc les caractéristiques sont

$$\mu = \nu = mm'.$$

» Cherchons les droites situées dans un plan perpendiculaire à l'axe ox.

On les obtiendra en donnant à a et b des valeurs infinies ayant un rapport fini. Les équations (1) donneront, pour c et d, mm' systèmes de valeurs infinies ayant des rapports finis. En sorte que les droites cherchées sont les intersections du plan proposé avec mm' plans parallèles. Ces mm' droites se confondent donc avec la droite à l'infini du plan coordonné zoy.

» Si l'on suppose deux autres conditions :

$$(2) \qquad \Phi_1 = 0, \quad \Psi_1 = 0,$$

qui soient des équations générales des degrés m_1, m'_1, les caractéristiques de ce couple de conditions sont $\mu_1 = \nu_1 = m_1 m'_1$, et la droite à l'infini du plan zoy compte pour $m_1 m'_1$ droites du système.

» Si l'on suppose en même temps les quatre conditions (1) et (2), cette droite compte pour $mm'm_1m'_1$ solutions du problème. De plus, les quatre équations (1) et (2) déterminent $mm'm_1m'_1$ systèmes de valeurs des paramètres, c'est-à-dire ce nombre de droites. Le nombre total des droites cherchées est donc $2mm'm_1m'_1 = \mu\mu_1 + \nu\nu_1$.

» Supposons actuellement que les conditions (1) soient des équations particulières des degrés m, m'. Cherchant à déterminer μ, on tire des équations (α) la valeur de c en fonction de a et celle de d en fonction de b, et l'on substitue ces valeurs dans les équations (1). Les courbes planes représentées par ces équations, où a et b sont censées des coordonnées rectilignes, se coupent en mm' points; et, si μ est inférieur à mm', c'est que les coordonnées de quelques-uns de ces points sont indépendantes de A, B, C. Il y a donc des systèmes de valeurs de a et b telles, qu'elles satisfont aux conditions (1), quelles que soient les valeurs de c et d.

» Soient a_1 et b_1 les coordonnées de ces points constants, et ω le nombre de points communs aux deux courbes pour lequel il compte. Toutes les droites contenues dans le plan

$$y = a_1 x + b_1$$

comptent chacune pour ω droites satisfaisant aux conditions (1). Il peut exister plusieurs pareils plans (P), parallèles aux axes oz ou oy, et l'on aura

$$\mu = mm' - \sum \omega.$$

» On verra d'une manière analogue que la caractéristique ν ne peut différer de mm' que par suite de l'existence de points fixes (M) tels, que toutes les droites qui passent par l'un d'entre eux comptent chacune pour

un certain nombre de droites. Soit ρ le nombre relatif à un de ces points, on aura

$$\nu = mm' - \sum \rho.$$

» Supposons que les mêmes faits se présentent dans les conditions (2), en sorte qu'on ait

$$\mu_1 = m_1 m'_1 - \sum \omega_1, \quad \nu_1 = m_1 m'_1 - \sum \rho_1.$$

Le nombre des droites satisfaisant aux quatre conditions exprimées par les quatre équations (1) et (2) est égal à $2mm'm_1m'_1$, moins le nombre des solutions étrangères, qui sont les suivantes :

» 1° Les intersections de chaque plan (P) avec chaque plan (P'), qui comptent pour $\sum \omega \sum \omega_1$ solutions;

» 2° Les droites qui sont dans chaque plan (P) et qui satisfont effectivement au deuxième couple de conditions, et celles qui sont dans chaque plan (P') et satisfont effectivement au premier couple de conditions : ces droites comptent pour $\mu_1 \sum \omega + \mu \sum \omega_1$ solutions;

» 3° Les droites qui passent par un point (M) et un point (M') : elles comptent pour $\sum \rho \sum \rho_1$ solutions;

» 4° Les droites qui passent par un point singulier d'un système et satisfont effectivement aux conditions de l'autre système : elles comptent pour $\nu_1 \sum \rho + \nu \sum \rho_1$ solutions;

» En sorte que le nombre des solutions effectives est

$$\left(mm' - \sum \omega\right)\left(m_1 m'_1 - \sum \omega_1\right) + \left(mm' - \sum \rho\right)\left(m_1 m'_1 - \sum \rho_1\right) = \mu\mu_1 + \nu\nu_1.$$

» Le théorème est donc complétement démontré.

» Parmi les applications que l'on peut faire de ce théorème, je citerai les suivantes :

» Le nombre des tangentes communes à quatre surfaces des degrés p, p', p'', p''', est

$$2pp'p''p'''(p-1)(p'-1)(p''-1)(p'''-1);$$

» Le degré de la surface gauche engendrée par les tangentes communes aux trois premières de ces surfaces est

$$2pp'p''(p-1)(p'-1)(p''-1);$$

» Le nombre des droites ayant un contact du second ordre avec deux surfaces des degrés p, p' est

$$9pp'(p-2)(p'-2)+pp'(p-1)(p'-1)(p-2)(p'-2);$$

» Le nombre des droites bitangentes à ces deux surfaces est

$$\frac{1}{4}pp'(p-2)(p'-2)(p^2-9)(p'^2-9)$$
$$+\frac{1}{4}pp'(p-1)(p'-1)(p-2)(p'-2)(p-3)(p'-3);$$

» Le nombre de leurs normales communes est

$$(p^3-p^2+p)(p'^3-p'^2+p')+pp'(p-1)(p'-1);$$

» Si l'on considère deux courbes gauches de degré p et p', dont les perspectives ont A et A' points doubles, le nombre des droites qui rencontrent deux fois les deux courbes est

$$AA'+\frac{1}{4}pp'(p-1)(p'-1);$$

» Si C et C' désignent les classes de ces courbes, le nombre de leurs normales commues est

$$(p+C)(p'+C')+pp'.$$

» On peut, au moyen de ces résultats, parvenir à des résultats relatifs à une seule surface ou une seule courbe, et trouver facilement, par exemple : le nombre des droites qui sont quatre fois tangentes à une même surface; le nombre des binormales d'une surface, d'une courbe, etc.

» Je n'insisterai pas sur ce sujet, qui rentre dans une théorie générale des surfaces et des courbes dont je m'occupe actuellement. »

MÉCANIQUE. — *Sur une propriété des systèmes qui ont un plan invariable.* Note de **M. Radau**, présentée par M. d'Abbadie.

« Dans les problèmes où les forces ne dépendent que des distances mutuelles des mobiles, on peut faire abstraction de la position absolue de ces derniers, et se contenter d'en déterminer la *configuration* autour d'un point qui fait partie du système; on peut, par exemple, prendre l'origine des coordonnées au centre de gravité, en le supposant fixe dans l'espace. Il en résulte six équations de condition entre les coordonnées et les vitesses, et le nombre des équations différentielles se trouve ainsi diminué de six.

» Quand les forces et les liaisons du système n'éprouvent aucun chan-

gement par une rotation d'ensemble de tous les points autour d'une droite fixe (qui peut contenir des centres d'attraction), nous avons toujours une intégrale des aires : la somme des vitesses aréolaires autour du pôle fixe est une constante. Cette intégrale nous permet déjà d'éliminer une variable; mais, si le principe des forces vives a lieu en même temps, elle nous permet d'éliminer *deux variables*. Nous pouvons, dans ce cas, rapporter le mouvement à un méridien mobile avec le système; la position absolue de ce plan mobile par rapport à un méridien fixe, se détermine après coup par une quadrature (1). Prenons l'axe polaire pour axe des z, le plan invariable pour plan des x, y, et l'intersection de ce plan avec le méridien mobile, ou la *ligne des nœuds*, pour axe des x; soit Ω la longitude du nœud, ou l'angle que le méridien mobile fait avec un méridien fixe, et désignons par Ω' la dérivée de Ω, qui représente la vitesse de rotation du plan mobile. Les trois composantes de la vitesse d'un point matériel libre seront

$$x' - y\Omega', \quad y' + x\Omega', \quad z',$$

et la force vive du système deviendra

$$2T = \sum m(x' - y\Omega')^2 + \sum m(y' + x\Omega')^2 + \sum mz'^2.$$

» Le méridien mobile se détermine par une équation, $f = 0$, entre les coordonnées, et les équations $f = 0$, $\frac{df}{dt} = 0$, permettent d'éliminer une coordonnée et une vitesse. Si l'on fait

$$T - U = H, \quad \frac{dT}{dx'} = p, \quad \frac{dT}{dy'} = q, \quad \frac{dT}{dz'} = r, \quad \frac{dT}{d\Omega'} = K,$$

la méthode d'Hamilton donne le système canonique

$$\frac{dx}{dt} = \frac{dH}{dp}, \quad \frac{dp}{dt} = -\frac{dH}{dx}, \ldots, \quad \frac{d\Omega}{dt} = \frac{dH}{dK}, \quad \frac{dK}{dt} = -\frac{dH}{d\Omega} = 0.$$

La dernière de ces équations donne $K = \text{const.}$; c'est l'intégrale des aires. Il en résulte que l'équation $\frac{d\Omega}{dt} = \frac{dH}{dK}$ est une quadrature, et que le système canonique qu'il s'agit d'intégrer ne renferme que les variables x, y, z, p, q, r, dont le nombre se trouve réduit à $2n - 2$ par les deux équations du méridien mobile. On peut d'ailleurs éliminer deux de ces variables en dif-

(1) C'est à cela que reviennent en principe les méthodes par lesquelles Jacobi, Bour et M. Brioschi ont traité le problème des trois corps, et celle qui s'applique ordinairement au problème du point attiré par deux centres fixes.

férentiant l'expression $T+\alpha\frac{df}{dt}$ et en déterminant le multiplicateur α par la condition que l'une des dérivées p, q, r s'annule. On trouve de cette manière

$$2T=\sum\frac{1}{m}\left[(p-\alpha f'x)^2+(q-\alpha f'y)^2+(r-\alpha f'z)^2\right]$$

et

$$\alpha=\frac{\sum(qx-py)-K}{\sum(xf'y-yf'x)},$$

où nous pouvons supposer $q_0=0$. On s'assure d'ailleurs qu'il est permis de supposer aussi $f=y_0=0$, ce qui donne

$$2T=\sum\frac{1}{m}(p^2+q^2+r^2)+\frac{1}{m_0}\left[\frac{K-\sum(qx-py)}{x_0}\right]^2.$$

» Une seule intégrale des aires nous permet donc d'éliminer deux variables (une coordonnée et une vitesse). Lorsque le système est libre, nous avons trois intégrales des aires, et nous pouvons éliminer *quatre* variables, en rapportant tous les points à trois axes mobiles. Je désignerai par x^0, y^0, z^0 les rotations autour des axes mobiles, et par a, b, c les cosinus des angles que ces axes font avec la normale au plan invariable; la force vive s'exprime alors par

$$2T=\sum m(x'+y^0z-z^0y)^2+\sum m(y'+z^0x-x^0z)^2+\sum m(z'+x^0y-y^0x)^2,$$

et les intégrales des aires sont, comme on sait,

$$\frac{dT}{dx^0}=Ka,\quad \frac{dT}{dy^0}=Kb,\quad \frac{dT}{dz^0}=Kc.$$

La force vive est une fonction homogène des vitesses apparentes x', y', z' et des trois rotations x^0, y^0, z^0; si l'on pose

$$\frac{dT}{dx'}=p,\quad \frac{dT}{dy'}=q,\quad \frac{dT}{dz'}=r,$$

on peut exprimer T par les variables p, q, r, et démontrer que

$$\frac{dx}{dt}=\frac{dH}{dp},\quad \frac{dp}{dt}=-\frac{dH}{dx},\ldots,$$

comme dans le cas ordinaire auquel s'applique la méthode d'Hamilton. En

outre, on trouve que

$$K\frac{da}{dt}=b\frac{dT}{dc}-c\frac{dT}{db},\ldots:$$

et, si l'on pose

$$a=\sin I\sin\varphi,\quad b=\sin I\cos\varphi,\quad c=\cos I,$$

il vient

$$K\frac{d\varphi}{dt}=\frac{dH}{dc},\quad K\frac{dc}{dt}=-\frac{dH}{d\varphi}.$$

» Les équations du centre de gravité et celles qui déterminent les axes mobiles réduisent le nombre des variables x, y, z à $3n-6$, le nombre des équations différentielles qu'il s'agit ici d'intégrer n'est donc que de

$$6n-12+2=6n-10.$$

» On peut encore éliminer dt, et l'on a l'intégrale $H=$ const., d'où il suit que le système canonique ci-dessus ne représente en somme que $6n-12$ équations du premier ordre.

» Lorsqu'on exprime les trois rotations par les trois angles I, φ, Ω et les dérivées I', φ', Ω', de manière que

$$x^0=\Omega' a+I'\cos\varphi,\quad y^0=\Omega' b-I'\sin\varphi,\quad z^0=\Omega' c+\varphi',$$

les intégrales des aires peuvent se mettre sous les formes suivantes :

$$\frac{dT}{d\Omega'}=K,\quad \frac{dT}{dI'}=0,\quad \frac{dT}{dI}=0,\quad \frac{dT}{d\varphi'}=Kc,\quad \frac{dT}{d\varphi}=Kc'.$$

» Si alors on exprime T par les variables $x, y, z, p, q, r, \varphi, I, \pi=Kc$, et qu'on élimine I par les intégrales, on retombe sur le système canonique indiqué plus haut. La variable π, qui dépend de l'inclinaison du plan des x, y sur le plan invariable, est la conjuguée de φ, c'est-à-dire de la longitude du nœud de ces plans, comptée dans le plan mobile des x, y. On peut d'ailleurs se contenter de déterminer le plan des x, y par deux équations, en prenant $\varphi=0$; dans ce cas, nous ne pouvons éliminer que cinq des variables x, y, z, mais nous n'avons plus à nous occuper de la variable φ. Tous ces raisonnements subsistent lorsqu'on fait l'élimination à l'aide de multiplicateurs indéterminés. Prenons, par exemple, pour axes mobiles les trois axes principaux d'inertie, l'origine des coordonnées étant au centre de gravité du système. Nous aurons les six équations

$$\sum mx=0,\ldots,\quad \sum myz=0,\ldots,$$

et en ajoutant à T l'expression

$$\alpha_1 \sum m(yz' + zy') + \beta_1 \sum mx' + \ldots,$$

nous trouverons

$$p = \frac{dT}{dx'} = m(x' + y^0 z - z^0 y + \beta_1 + \alpha_2 z + \alpha_3 y), \ldots,$$

d'où

$$\sum p = \beta_1 \sum m, \ldots, \quad \sum (ry - qz) = \alpha_1 \sum m(y^2 - z^2) + Ka, \ldots,$$

enfin

$$2T = \sum \frac{p^2 + q^2 + r^2}{m} - \frac{\left(\sum p\right)^2 + \left(\sum q\right)^2 + \left(\sum r\right)^2}{\sum m}$$

$$+ \alpha_1^2 \sum m(y^2 + z^2) - 2\alpha_1 \sum (ry + qz) + \ldots.$$

» Les multiplicateurs α s'expriment par les variables x, y, z, p, q, r, et par a, b, c, ou, ce qui revient au même, par φ et π. Six des variables p, q, r peuvent être supposées égales à zéro, et les variables conjuguées x, y, z s'éliminent par les équations de condition. Ces formules se simplifient beaucoup dans le cas de trois corps. On trouve ainsi pour le problème des trois corps une foule de systèmes canoniques, par exemple un système formé des trois distances mutuelles, de leurs conjuguées, et des variables conjuguées φ, π. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur l'action physiologique de l'éthylconine, de l'iodure de diéthylconium, comparée à celle de la conine.* Note de **MM. L. Pélissard, F. Jolyet** et **André Cahours.**

« Nous venons aujourd'hui présenter à l'Académie, les résultats de nos recherches comparatives sur la conine, l'éthylconine et leurs sels, ainsi que sur l'iodure de diéthylconium.

» D'après les expériences de divers physiologistes (Kölliker, Guttmann, etc.), la conine exercerait sur les nerfs moteurs une action analogue à celle du curare. Nos expériences sur cet alcaloïde nous ont conduits aux mêmes résultats généraux. Il nous paraît toutefois utile d'insister sur quelques caractères qui différencient l'action de cette substance de celle du curare.

» Il convient de distinguer, dans l'intoxication, par la conine, l'empoi-

sonnement rapide par lequel on fait pénétrer tout d'un coup une dose déterminée de la substance dans le sang, de celui où la substance est livrée à l'absorption lente intersticielle.

» Dans le premier cas l'action de la substance est comme foudroyante, et après une période très-courte de convulsions ou de tremblements convulsifs, l'animal est complétement paralysé de tous mouvements volontaires et réflexes, et la mort en est la conséquence si l'on ne supplée par la respiration artificielle à la paralysie des muscles respiratoires. Dans ce cas l'empoisonnement de tous les nerfs est rapide et complet, et l'on ne détermine plus de contractions dans les muscles quand on excite les troncs nerveux aussitôt après la paralysie. Les nerfs pneumogastriques perdent en même temps leur excitabilité, et la galvanisation de ces nerfs ne produit plus l'arrêt, ni même le ralentissement des battements du cœur.

» Dans le deuxième cas (injection sous la peau) l'action de la substance est lente et graduelle. Lorsque l'animal tombe paralysé des mouvements volontaires, les nerfs sciatiques réagissent encore sur les muscles sous l'influence du galvanisme, et ce n'est que plus tard, après un certain temps de respiration artificielle, qu'ils perdent leur reste d'excitabilité. A ce moment, au contraire, les nerfs pneumogastriques ont déjà perdu depuis quelque temps leur action sur le cœur, puisque leur excitation par la pile ne produit plus l'arrêt des battements de cet organe.

» C'est là une particularité d'action de la conine que nous allons retrouver pour l'éthylconine et l'iodure de diéthylconium, qu'il importe de noter. Elle distingue, en effet, l'action de ces substances de celle du curare, puisque, dans l'empoisonnement par ce dernier, les nerfs vagues conservent jusqu'à la fin leur propriété d'arrêt des battements du cœur sous l'influence du galvanisme. Une autre preuve de la perte de l'excitabilité des nerfs pneumogastriques sous l'influence de ces poisons est la suivante. Chez les chiens dont le pouls est nettement intermittent (chose très-fréquente chez ces animaux), on voit celui-ci devenir parfaitement régulier pendant toute la durée de l'empoisonnement, puis reprendre ses intermittences lorsque les nerfs vagues recouvrent leur action après un certain temps de respiration artificielle. L'action de la conine et de ses dérivés sur les nerfs pneumogastriques, équivaut donc à la section de ces nerfs qui fait, comme on le sait, disparaître les intermittences naturelles au chien.

» Si l'éthylconine et l'iodure de diéthylconium amènent, comme la conine, l'empoisonnement rapide des nerfs pneumogastriques, ces substances en diffèrent par leur action moins énergique et plus passagère sur les nerfs

volontaires. Toutes choses égales d'ailleurs, la conine est plus toxique que l'éthylconine, et celle-ci plus que l'iodure de diéthylconium. C'est ainsi qu'il faut un temps relativement plus long pour amener la perte de l'excitabilité nerveuse par l'éthylconine que par la conine; et même par l'iodure de diéthylconium, la motricité n'est jamais qu'affaiblie.

» Un fait digne de remarque qu'il reste à indiquer, c'est que l'introduction du radical éthyle dans la conine abolit la période de convulsions qui précède la paralysie du mouvement dans l'empoisonnement par cet alcaloïde; le fait est surtout très-manifeste dans l'empoisonnement par l'iodure de diéthylconium, où l'animal tombe paralysé des mouvements volontaires sans que cette paralysie soit précédée des moindres convulsions.

» L'introduction de l'éthyle dans la conine agit donc dans le même sens que l'introduction de ce même radical dans la strychnine.

» Pendant que nous exécutions ces expériences à Paris, MM. Crum, Brown et Fraser, avec qui nous nous sommes mis en relation par suite des travaux communs auxquels nous nous livrons, poursuivaient de leur côté cette étude à Edimbourg. Ils ont dû faire connaître aujourd'hui même à la Société Royale le résultat de leurs recherches. De cette façon, nous pourrons contrôler les uns par les autres nos résultats et leur donner plus de poids. »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Recherches sur la symétrie de structure des végétaux.* Note de **M. Ph. Van Tieghem**, présentée par M. Decaisne.

« Tous les organes des végétaux acrogènes se rattachent à trois types fondamentaux, la racine, la tige et la feuille, qu'il est nécessaire de définir par un caractère tiré de leur structure intime, si l'on veut donner à l'anatomie comparée des plantes une base qui lui manque jusqu'à présent. J'espère y avoir réussi, et j'ai l'honneur de présenter à l'Académie le résumé général des recherches anatomiques que je poursuis depuis trois années dans ce but, et qui ont porté sur les principales modifications des trois organes fondamentaux dans toute la série des végétaux acrogènes. Ce Mémoire se divise en deux parties : la première expose, en trois chapitres distincts, la structure du système vasculaire de la tige, de la racine et de la feuille, et démontre la généralité des caractères anatomiques propres à chacun des trois organes, et qui doivent leur servir de définition; la seconde applique les caractères ainsi établis à la solution d'une série de questions encore controversées, et l'étude de chacun de ces problèmes y occupe un chapitre

spécial. En attendant qu'il me soit permis de publier l'ensemble de ce travail, je donne une idée générale de ses principales divisions.

» I. — 1. *Racine.* — Partout où elle existe, c'est-à-dire chez tous les végétaux vasculaires, la racine, qu'elle soit d'ailleurs principale ou secondaire, normale ou adventive, possède la même organisation fondamentale (1). Toujours le corps central de la jeune racine contient un nombre déterminé de faisceaux de deux sortes, les uns exclusivement libériens, les autres exclusivement vasculaires, dont le développement est centripète et dont l'alternance régulière sur une même circonférence donne à l'organe tout entier une symétrie parfaite par rapport à son axe de figure (2). Chez les Cryptogames vasculaires, les Monocotylédones et beaucoup de Dicotylédones, cette structure se conserve sans se compliquer, et la racine ne s'épaissit pas; mais chez un grand nombre d'autres Dicotylés, il subsiste au bord interne de chaque faisceau libérien un arc générateur qui forme, par les progrès de l'âge, à l'intérieur et de dedans en dehors, des vaisseaux et des fibres, à l'extérieur, sous le groupe libérien, et de dehors en dedans, de nouveaux éléments libériens: de là des faisceaux doubles secondaires qui, continuant toujours à se développer pendant que les faisceaux simples primitifs demeurent stationnaires, acquièrent bientôt sur eux une prépondérance de plus en plus marquée, et refoulent sans cesse en dehors les groupes libériens auxquels ils sont superposés, tandis qu'au fond des rayons médullaires qui les séparent se trouvent désormais relégués les groupes vasculaires cunéiformes, lieux d'insertion des radicelles. Ces formations secondaires n'altèrent pas la symétrie du système; mais, comme elles se développent exactement de la même manière dans la tige et dans la racine, et qu'elles y prédominent de plus en plus sur les formations primaires, qui présentent, nous allons le voir, des différences essentielles dans ces deux organes, il en résulte que, sans les détruire jamais, elles marquent cependant de plus en plus profondément ces différences : de là l'opinion généralement admise, mais erronée, suivant laquelle la racine et la tige des Dicotylédones pos-

(1) M. Nägeli a, le premier, entrevu la structure générale de la racine (*Beiträge*, Heft I; 1858), et il a publié tout récemment, en commun avec M. Leitgeb, de nouvelles observations sur ce sujet tirées surtout de l'étude des Cryptogames vasculaires (Heft IV; 1868). Il me sera permis d'ajouter que mes recherches sur ce point étaient terminées lorsque j'ai eu connaissance des travaux de M. Nägeli; que, par conséquent, elles en étaient et en sont demeurées complétement indépendantes, et que je les ai entreprises et poursuivies à un point de vue tout différent.

(2) L'exception que présente à cet égard la racine des *Selaginella* n'est qu'apparente.

séderaient la même structure anatomique, tandis qu'il en serait tout autrement chez les Monocotylédones, suivant laquelle encore la racine aurait dans les plantes de ces deux embranchements une organisation essentiellement différente.

» 2. *Tige.* — La jeune tige possède, elle aussi, des faisceaux vasculaires et libériens, mais ils n'y sont plus isolés côte à côte et alternes sur le même cercle, comme dans la racine : ils sont, au contraire, superposés l'un à l'autre, le libérien en dehors, le vasculaire en dedans, et intimement unis en faisceaux doubles libéro-vasculaires; de plus, le groupe de vaisseaux présente sa pointe en dedans au lieu de la tourner en dehors; il est centrifuge au lieu d'être centripète. Les faisceaux de la tige sont donc doubles, d'une seule espèce, et leurs deux moitiés, l'extérieure centripète, l'intérieure centrifuge, sont superposées sur le même rayon; les faisceaux de la racine sont simples, de deux sortes, tous centripètes, et ils alternent côte à côte sur la même circonférence. Où s'opèrent le passage de l'alternance à la superposition et la demi-rotation simultanée du groupe vasculaire par laquelle de centrifuge il devient centripète, là finit la racine et commence la tige, là est la limite anatomique entre les deux parties de l'axe végétal; ce passage est brusque, et par conséquent cette limite peut être déterminée dans tous les cas avec précision.

» Les faisceaux doubles de la tige sont d'ailleurs toujours, comme les faisceaux simples de la racine, disposés et orientés au milieu du parenchyme avec une symétrie parfaite par rapport à une droite, et cette condition commune devient ainsi le caractère anatomique de l'axe végétal tout entier. Quelques explications sont ici nécessaires. Pour établir que la tige possède en effet, dans toutes ses manifestations, la symétrie de structure que nous lui assignons, il faut l'étudier d'abord dans les systèmes organiques où sa nature axile se montre dans toute sa pureté, c'est-à-dire où elle ne produit pas d'appendices à sa surface; l'appendice, en effet, en enlevant à l'axe une partie des faisceaux qui le constituent, agit sur lui comme une cause perturbatrice dont il faut tout d'abord savoir écarter l'influence. Les pédicelles floraux, les axes d'inflorescences dépourvus de bractées, sont dans ce cas, et ces organes ont toujours leurs faisceaux disposés et orientés symétriquement par rapport à une ligne. On passe ensuite aux tiges qui produisent des appendices, mais des appendices tellement réduits, que la perturbation qu'ils exercent sur l'axe est négligeable et ne suffit pas à en altérer la symétrie (axes d'inflorescences pourvus de bractées, tiges munies de feuilles rudimentaires), et l'on arrive aux tiges qui portent des feuilles bien développées.

Si ces feuilles sont opposées ou verticillées, la perturbation que chacune d'elles apporte se faisant sentir symétriquement tout autour de l'axe, celui-ci conserve sa symétrie circulaire; si elles sont alternes, il s'établit une différence de phase entre les perturbations; mais, comme cette différence de phase est constante, il suffit de substituer à la symétrie circulaire la symétrie spiralée pour que le caractère général se conserve.

» Ceci s'applique à tous les végétaux acrogènes, mais les Monocotylédones ont dû être, dans ce travail, l'objet d'une étude approfondie. Il est, en effet, généralement admis que, dans la tige de ces plantes, les faisceaux sont disséminés dans le parenchyme, et cette dispersion est même le caractère anatomique que l'on invoque le plus volontiers pour séparer cet embranchement de celui des Dicotylédones. Au contraire, en étudiant successivement les axes purs non appendiculés, les tiges munies d'appendices peu développés, les tiges feuillées mais dont les feuilles n'entraînent qu'un nombre limité de faisceaux, j'établis que les faisceaux sont partout disposés et orientés par rapport à une droite avec la plus admirable symétrie; seulement cette symétrie, toujours présente, devient de plus en plus difficile à apercevoir à mesure que le nombre des faisceaux de chaque feuille est plus considérable et que les feuilles sont plus rapprochées. L'arrangement extérieur des appendices des Monocotylédones est d'ailleurs lié à la symétrie de structure de l'axe qui les porte, par une relation nécessaire qu'il fallait mettre en évidence. Amené ainsi à étudier les dispositions de feuilles qui ne rentrent pas dans les séries connues, j'ai réussi à élargir, tout en le simplifiant, le cadre des divergences pour y introduire les dispositions nouvelles. Enfin, étendant à la structure des végétaux la loi des proportions définies et celle des combinaisons en proportions multiples, j'ai pu rendre compte de la manière dont s'engendrent toutes ces dispositions, trouver l'équation qui les donne toutes, et détruire ainsi par sa base la théorie des angles limites de Bravais.

» 3. *Feuille.* — Les faisceaux de la feuille sont doubles et d'une seule espèce, comme ceux de la tige dont ils ne sont que les terminaisons, mais c'est d'une tout autre manière qu'ils sont disposés et orientés au milieu du parenchyme. En effet, en analysant dans cette partie de mon travail une multitude d'exemples tirés surtout des plantes où le grand nombre des faisceaux du pétiole, joint à leur disposition presque circulaire ou à leur apparente dissémination, exige un examen approfondi, je montre que, dans toute la série des végétaux appendiculés, la feuille n'a ses faisceaux disposés et orientés symétriquement que par rapport au plan qui contient

l'axe de symétrie de la tige et le rayon d'insertion (1). Ainsi, tandis que l'axe végétal est symétrique par rapport à une droite, l'appendice n'est symétrique que par rapport à un plan.

» II. — *Applications.* — Ces caractères généraux étant établis et pouvant toujours se reconnaître sur un mince fragment d'un organe douteux quelconque, leur réciproque étant d'ailleurs évidente, je les applique à la solution d'une série de questions encore indécises. Pour n'en énoncer ici que quelques-unes, je me suis appliqué à déterminer : 1° la part qui revient, dans l'organisation florale, à l'axe et aux appendices: j'ai consacré à l'étude de cette question un Mémoire spécial que l'Académie a daigné couronner et dont elle a ordonné l'insertion au *Recueil des Savants étrangers;* ce travail n'est donc qu'une des applications de la méthode dont je suis en mesure de démontrer aujourd'hui la généralité; 2° la nature des diverses espèces de vrilles, notamment de celles des Cucurbitacées; 3° la limite précise qui sépare la tige de la racine principale, tant chez les Monocotylédones que chez les Dicotylédones; 4° la nature du cotylédon des graminées ; 5° la position à 120 ou à 144 degrés des cotylédons de certaines Dicotylédones; 6° le nombre réel des cotylédons de quelques conifères ; 7° la nature morphologique des diverses espèces de tubercules, etc. »

M. Zantedeschi adresse divers documents, manuscrits ou imprimés, écrits en italien et relatifs à la météorologie de l'Italie.

Ces documents seront soumis, comme les précédents, à l'examen de M. Edm. Becquerel.

A 5 heures un quart, l'Académie se forme en comité secret.

La séance est levée à 6 heures . É. D. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 4 janvier 1869, les ouvrages dont les titres suivent :

Compte rendu des travaux de la VIe *session du Congrès international de Statistique réuni à Florence les* 29 *septembre*, 1, 2, 3, 4 *et* 5 *octobre* 1867; *publié*

(1) Il est inexact de dire, avec M. Lestiboudois (*Ann. des Sc. nat.*, 3e série, t. X, p. 136), que les feuilles des Monocotylédones sont dépourvues de nervure médiane.

par l'ordre de S. Exc. M. de Blasiis, *Ministre de l'Agriculture, de l'Industrie et du Commerce, sous la direction du* Dr Pierre Maestri. Florence, avril 1868; grand in-4°.

Annuaire philosophique; par M. L.-A. Martin, t. V, 1868. Paris, 1869; in-8°.

De l'extinction des espèces; par M. P.-J.-B. Chérubin. Paris, 1868; in-12. (Adressé par l'auteur au concours du prix Cuvier, 1869.)

Annuario... *Annuaire de la Société des Naturalistes de Modène*, 3e année. Modène, 1868; in-8°.

Intorno... *Note sur l'influence de l'électricité sur la formation de la grêle; par* M. le professeur Fr. Zantedeschi. Padoue, 1860; in-8°.

Intorno... *Note sur la distribution du calorique dans l'atmosphère italienne; par* M. le professeur Fr. Zantedeschi. Sans lieu ni date; br. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 4 janvier 1869.)

Page 11, ajouter aux Correspondants pour la Section de Botanique :

M. Mohl (Hugo de), à Tübingue.

Page 15, après le paragraphe relatif aux *Comptes rendus de l'Académie*, ajouter :

Table générale des Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences, tomes XXXII à LXI (6 janvier 1851 à 30 décembre 1865). — Il y a cent une feuilles de tirées, cinq feuilles en épreuves, et environ huit feuilles de copie.

Page 19, dernière ligne, *au lieu de* 37, *lisez* 54.

Page 23, ligne 6, *au lieu de* 1634, *lisez* 1734.

Page 30, ligne 20, *au lieu de* François de Paul, *lisez* Vincent de Paul.

Page 35, ligne 5, en remontant, *au lieu de* Sur ce sujet, *lisez* Sur ce, .

Page 41, ligne 2, en remontant, *au lieu de* mandé, *lisez* demandé.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 25 JANVIER 1869.

PRÉSIDENCE DE M. CLAUDE BERNARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Les trépidations du sol n'altèrent pas les observations faites à l'Observatoire de Paris.* Note de **M. Le Verrier.**

« J'ai pour objet, dans la présente Note, d'établir les trois propositions suivantes :

» 1° Pour former un Catalogue d'étoiles dans lequel les distances polaires soient exemptes des erreurs systématiques du Catalogue qui aura servi de point de départ, il n'est nullement besoin de subordonner les observations à l'usage d'un bain de mercure. Les observations des distances polaires ont, entre autres, été organisées à Paris de manière à ce que toutes traces des erreurs systématiques du Catalogue d'origine eussent disparu dès la première année. En fait, il en a été ainsi.

» 2° Admettons cependant qu'on veuille se servir d'un bain de mercure qui ne serait point observable d'une manière continue, mais seulement à de certaines heures de la journée. Rien n'est plus facile. Il suffit d'établir un collimateur de position sensiblement fixe, et dont la distance angulaire à la ligne nadirale se puisse mesurer quand le bain de mercure est tranquille.

J'ai établi dans la cave au-dessous du cercle de Gambey un pareil collimateur dont l'observation est d'une facilité extrême. Du 1er au 5 janvier, par exemple, l'angle compris entre la ligne de visée de ce collimateur est restée constamment égal à 2′15″,9, d'où il suit qu'il suffisait d'observer le collimateur dont aucune perturbation extérieure ne gêne le pointé, et d'ajouter à la lecture 2′15″,9 pour retrouver à tout instant, et avec la plus extrême rigueur, le pointé au nadir.

» 3° Toutefois la détermination directe de la ligne nadirale au moyen du bain de mercure, ainsi que l'observation des étoiles par réflexion sur le même bain, se peuvent faire à Paris d'une manière courante. Il a suffi, pour arriver à ce résultat, de protéger la surface du bain contre l'action de l'air, et de détruire, en rainant le fond du bain, les grandes oscillations qui s'opposeraient à un pointé exact.

» Je reviendrai ultérieurement sur les deux premières parties de cet exposé : mon intention est de m'attacher uniquement aujourd'hui à établir que les observations des fils et des étoiles réfléchis sur le bain de mercure se font sans difficulté. La meilleure démonstration sera sans doute de présenter des observations ainsi effectuées et d'examiner l'exactitude des résultats auxquels elles conduisent.

19 Décembre.

» Le bain de mercure étant mis dans le nouvel ordre, j'ai fait les observations suivantes, pour lesquelles je donne les lectures corrigées de la réfraction, de la distance au méridien, etc.

ε Taureau..........	R	224°.57′.19″,2	γ Orion............	R	237°.36′.52″,5
Aldébaran..........	R	227.35.57,9	α Orion............	R	236.25.46,5
Nadir..............		195. 0.16,3	ν Orion............	R	229. 3.41,1
ε Petite Ourse PI.....	R	146. 5.25,9	51 (Hév.) Céphée....	R	156.36.12,4

» Chacune des observations par réflexion, combinée avec la distance connue de l'étoile au pôle, fait connaître la somme de la lecture π au pôle et du double de la latitude λ de l'Observatoire. L'observation nadirale, diminuée de 90 degrés, donne la somme de la lecture au pôle et de la latitude. La différence fait connaître la latitude. En effectuant ce calcul sur les observations qui précèdent, corrigées d'un petit mouvement proportionnel au temps, dans la valeur de la lecture au pôle, on obtient les résultats suivants :

$\pi + 2\lambda =$	153°.50′.27″,23	ε Taureau.
	153.50.27,22	Aldébaran.
	153.50.27,36	ε Petite Ourse.
	153.50.27,50	γ Orion.
	153.50.27,34	α Orion.
	153.50.27,23	ν Orion.
	153.50.27,41	51 (Hév.) Céphée.
Moyenne $\pi + 2\lambda =$	153.50.27,33	
Nadir $\pi + \lambda =$	105. 0.16,04	
Latitude $=$	48.50,11,3	

» Si l'on remarque que, par un nombre très-considérable d'observations, M. Laugier était en définitive arrivé à la latitude 48°50′11″,33, on considérera sans doute les observations du 19 décembre comme valables.

23 Décembre.

Observations des étoiles et du nadir.

	Gr.		° ′ ″		Gr.		° ′ ″
Polaire PS........		R	155.13.33,3	9185 Lal.......	7	R	207.53.11,2
Polaire PS...... ..		D	54.46.55,3	✶	7.8	R	210. 6.21,1
Polaire PS........		R	155.13.33,4	✶	7	R	209.40.59,0
6877 Lal.........		R	220. 8.34,0	10011 Lal......	6.7	R	207.34.18,4
ζ Petite Ourse PI...		R	142. 2. 9,0	10408 Lal......	8	R	206. 1.56,4
ε Taureau		R	224.57.18,9	Nadir..........			195. 0.14,5
✶	6	R	206.36.16,6				

» Nous ferons avant tout remarquer les observations d'un certain nombre d'étoiles descendant jusqu'à la 8e grandeur. Il ne s'agit pas d'étoiles entrevues, mais bien de pointés précis et assez faciles pour qu'on ait pu en faire trois sur chaque étoile pendant le court intervalle qu'elle mettait à traverser la lunette.

» L'observation directe d'une étoile donne la lecture du pôle sans mélange avec la latitude. En vertu de cette remarque et de celles qui précèdent, on trouve :

$\pi + 2\lambda =$	153°.50′.25″,9	Polaire, ζ Petite Ourse, ε Taureau — R;
$\pi =$	56.10. 3,1	Polaire — D;
$\pi + \lambda =$	105. 0.14,5	Nadir.

» La combinaison des étoiles observées directement et par réflexion donne la latitude déduite de la détermination de l'horizon. La combinaison

du nadir avec les étoiles directes donne la latitude déduite de la considération du nadir. On conclut ainsi

Latitude par l'horizon = 48°.50'.11",4
Latitude par le nadir = 48.50.11,4

30 Décembre.

Observations des étoiles et du nadir.

η Gémeaux	R	221°.18'. 6",1	β Petit Chien.......	R	235°.17'.34",6
δ Petite Ourse PI.....	R	150.26.54,6	Procyon...........	R	238.17. 7,5
51 (Hév.) Céphée PS..	R	156.36.10,7	λ Petite Ourse PI....	R	152.45.35,95
51 (Hév.) Céphée PS..	D	53.24.24,65	λ Petite Ourse PI....	D	57.15. 0,4
51 (Hév.) Céphée PS..	R	156.36.10,7	λ Petite Ourse PI....	R	152.45.35,9
Nadir..............		195. 0.18,2	Nadir.............		195. 0.18,3

» On conclut comme ci-dessus :

$\pi + 2\lambda =$ 153°.50'.29",68 η Gémeaux, δ Petite Ourse, 51 (Hév.) Céphée, β Petit Chien, Procyon, λ Petite Ourse — R;
$\pi =$ 56.10. 6,82 51 (Hév.) Céphée et λ Petite Ourse — D;
$\pi + \lambda =$ 105. 0.18,25 Les nadirs.

et par suite

Latitude par l'horizon = 48°.50'.11",4
Latitude par le nadir = 48.50.11,4

» *Conclusion.* — Si nous rapprochons les résultats fournis par les trois séries, nous voyons qu'ils sont les suivants pour la latitude conclue :

	Latitude par le nadir.	Latitude par l'horizon.
19 Décembre............	48°.50'.11",3	
23 »	48.50.11,4	48°.50'.11",4
30 »	48.50.11,4	48.50.11,4

» La conformité de ces résultats partiels entre eux et avec la latitude déterminée antérieurement par M. Laugier, d'après de longues séries d'observations, témoigne de la bonté des instruments (le cercle de Gambey et le bain de mercure), et de celle des observations qu'ils permettent d'effectuer directement et par réflexion.

» L'identité de la latitude obtenue par la détermination de l'horizon et par celle du nadir conduit à deux conséquences : l'une mécanique, l'autre astronomique.

» Encore une fois, le cercle de Gambey s'est présenté comme irréprochable.

» L'horizon et le nadir observés diffèrent de $90^\circ 0' 0'',0$ l'un de l'autre, vérification qui ne s'est pas toujours réalisée dans les différents observatoires, et qui réduit à néant, à l'égard de Paris, une autre de ces objections qu'on accumule à plaisir sans rien démontrer, et en les basant sur des *peut-être.* »

» **M. Yvon Villarceau** aurait à présenter des remarques sur les observations par réflexion, que M. Le Verrier a communiquées à l'Académie; il s'en dispensera, attendu que ces remarques sont contenues dans le Rapport de la Commission de l'Observatoire, que l'Académie doit entendre aujourd'hui même, dans son comité secret.

» M. Yvon Villarceau croit, toutefois, nécessaire de compléter la communication de M. Le Verrier, relative à la conservation de la Lunette de Gambey : M. Yvon Villarceau s'est le premier prononcé contre le projet de transformation de cet instrument, projet faisant partie du plan présenté par M. le Directeur au Conseil de l'Observatoire. »

« **M. Serret** croit devoir appeler l'attention de l'Académie sur cette déclaration faite par M. Le Verrier : *Qu'on a voulu faire subir récemment de graves modifications à la lunette méridienne de Gambey, et qu'il s'y est opposé.*

» Le mot *on*, dit M. Serret, pourrait donner à entendre que c'est le Conseil de l'Observatoire qui a réclamé les modifications dont a parlé M. Le Verrier. Je tiens essentiellement à proclamer qu'il n'en est rien. Une proposition de modifications à la lunette méridienne a été faite effectivement au Conseil de l'Observatoire, mais le Conseil l'a repoussée. »

ZOOLOGIE. — *Annélides. Observations relatives à un ouvrage de* M. Claparède, *intitulé:* Les Annélides Chétopodes du golfe de Naples, *et Réponse à ses critiques; par* **M. de Quatrefages** (1).

« Je suis chargé par M. Claparède de présenter, en son nom, à l'Académie un exemplaire de son ouvrage intitulé : *Les Annélides Chétopodes du golfe de Naples.* Si l'intention de l'auteur, en me donnant cette commission, a été de me mettre dans l'embarras, je dois avouer qu'il a parfaitement réussi.

(1) L'Académie a décidé que cette communication, bien que dépassant en étendue les limites réglementaires, serait insérée en entier au *Compte rendu.*

» Cet ouvrage m'est dédié, honneur dont je sens tout le prix; la *Dédicace* commence et finit par quelques phrases d'une courtoisie parfaite, dont je ne saurais être trop reconnaissant; dans l'*Avertissement* il est dit que mon *Histoire des Annelés* pourra être *employée comme un guide excessivement utile*, et cette appréciation est certainement des plus flatteuses. Mais, en revanche, dans la *Dédicace*, l'auteur déclare que cette *Histoire* est *avant tout une œuvre de compilation*, qu'il *contredit sur une foule de points, presque à chaque page* de son propre livre; dans l'*Avertissement* il déclare qu'elle ne représente pas l'*état de la science au point de vue anatomique et physiologique;* les *Prolégomènes*, dont la brochure à laquelle j'ai déjà répondu (1) n'était que la reproduction, sont presque entièrement consacrés à démontrer qu'il en est bien ainsi; enfin, dans une note de la *Dédicace* elle-même, M. Claparède maintient comme exactes les critiques dont je croyais avoir le mieux démontré le peu de fondement.

» Ainsi, M. Claparède veut bien me donner *en gros* des éloges dont je suis très-touché; mais, *dans le détail*, il me condamne à peu près partout et toujours, ce à quoi je ne saurais être insensible.

» De là même vient l'embarras que j'éprouve en présentant ce livre. Conformément à l'usage, je devrais dire au moins quelques mots de ce que j'en pense. Je prie l'Académie de vouloir bien m'en dispenser. Les critiques que je pourrais avoir à formuler seraient facilement regardées comme dictées par un esprit de représailles; peut-être même m'accuserait-on d'ingratitude. Mes éloges pourraient être pris pour des compliments destinés à me rendre plus favorable un critique dont la plume est justement redoutée.

» M. Claparède est à Naples en ce moment même; il y poursuit ses études antérieures, et certainement il est occupé à chercher s'il n'aurait pas laissé passer, par inadvertance, quelque chose à me reprocher. Or je ne suis pas de ceux à qui l'on impose l'amitié par la terreur, et je serais bien fâché qu'on pût croire que j'ai cherché à l'amadouer.

» Je ne puis pourtant pas accepter sans protestation certains jugements de M. Claparède. Je demande donc la permission de les discuter en me tenant sur la plus stricte défensive. J'apporterai d'ailleurs dans ce débat mes habitudes ordinaires. Quand je croirai avoir raison, je tâcherai de donner mes preuves; quand j'aurai tort, il ne m'en coûtera pas de le reconnaître. Je me permettrai aussi de rappeler, à propos d'un certain nombre

(1) *Comptes rendus*, t. LXVI, séance du 20 janvier 1868.

de questions spéciales, quelques-uns de mes travaux qui ont évidemment échappé à la mémoire de mon éminent confrère.

» I. Aux yeux de M. Claparède, l'*Histoire des Annelés* est *avant tout une œuvre de compilation*. Je m'abuse peut-être; mais il me semble que cet ouvrage aurait pu être caractérisé en d'autres termes, quelle que soit d'ailleurs sa valeur.

» Cette *Histoire* se compose d'un *texte* et d'un *atlas*. Ce dernier comprend 398 figures. Toutes ces figures, à l'exception d'une seule, soit 397, ont été peintes ou dessinées par moi-même, et d'après nature. Il est vrai que 75 d'entre elles avaient paru dans mes publications précédentes. Mais 323 sont entièrement inédites.

» Il m'est bien permis de dire que l'*atlas*, au moins, est autre chose qu'une compilation.

» Le *texte* ne pouvait se composer aussi exclusivement de recherches personnelles. Je ne suis pas de ceux qui veulent que la science date d'eux seuls. Je me suis donc efforcé de résumer ce qu'avaient produit de plus important mes prédécesseurs et mes contemporains. Limité comme je l'étais, j'ai été forcé de le faire avec une brièveté dont les inconvénients ont été signalés avec raison, quoiqu'avec une certaine exagération (1). Cette partie de mon livre est donc toute de compilation, et mon seul regret est qu'elle ne soit pas plus complète. Elle renferme quelques lacunes que M. Claparède a relevées dans des termes fort sévères. Mais peut-être ceux-là mêmes qui sont le mieux au courant de la littérature scientifique seront-ils plus indulgents, précisément parce qu'ils connaissent bien la difficulté qu'il y a à savoir *tout* ce qui se publie.

» Telle qu'elle est, cette partie de mon ouvrage comprend les principaux résultats jusque-là dispersés dans 43 recueils périodiques et dans les œuvres d'au moins 127 auteurs.

» Mais à ces matériaux empruntés au dehors, j'ai ajouté ceux que j'avais recueillis par moi-même. L'atlas témoigne encore d'une partie de ce qu'il m'est permis de réclamer. La presque totalité des 323 figures inédites dont j'ai parlé plus haut sont relatives soit à quelques détails anatomiques, soit surtout à des espèces qui n'avaient pas encore été décrites. J'ai trouvé en outre, dans la collection du Muséum, un très-grand nombre d'espèces nouvelles. Enfin, j'ai vérifié et complété quand il l'a fallu la description d'après nature de toutes les espèces déjà connues, faisant partie de la même collection.

(1) EHLERS, *Die Borsten-Würmer*, seconde partie.

» Il est vrai que, selon M. Claparède, *décrire des variétés alcooliques, c'est embarrasser les sciences d'un caput mortuum;* mais, comme j'ai ici pour moi une foule de naturalistes, depuis Savigny jusqu'à M. Grübe, j'ai l'esprit fort tranquille sur ce point. Quant aux études faites au bord de la mer et sur le vivant, M. Claparède me permettra de lui rappeler que les naturalistes français en ont donné l'exemple depuis bien longtemps.

» L'Académie voudra bien remarquer que je ne parle pas de la manière dont j'ai mis en œuvre ces divers matériaux. Je me borne à constater ceux qui m'appartiennent en propre.

» Mais je crois pouvoir conclure que, bonne ou mauvaise, l'*Histoire des Annelés* est, *avant tout*, un *traité général*, dans lequel j'ai *compilé* tout ce que j'ai *su*, mais auquel j'ai apporté une *assez grande somme de documents personnels*.

» Je passe aux critiques spéciales que M. Claparède adresse à ce livre.

» II. Je ferai observer d'abord que M. Claparède maintient comme fondés les reproches qu'il m'avait adressés dans sa brochure. Il me force par conséquent à maintenir mes réponses (1).

» En particulier, il m'oblige à répéter — *mais pour la dernière fois* — qu'en ce qui est relatif à la distribution géographique des Annélides, il a altéré mes opinions réelles au point de m'en prêter de diamétralement opposées à celles que j'avais très-nettement formulées. Pour décider sur ce point entre M. Claparède et moi, moi aussi je m'en remets au jugement de ceux de nos confrères qui voudront bien prendre la peine de confronter les textes.

» Pour justifier l'une de ses assertions les moins fondées, M. Claparède cite en la soulignant, dans la note ajoutée à sa *Dédicace* même, une phrase de mon livre, relative à la distinction que j'ai cru devoir établir entre deux espèces de Hermelles, vivant l'une dans l'Océan, l'autre dans la Méditerranée. Voici cette phrase : *Cela seul me ferait penser qu'il* (Savigny) *a confondu deux espèces.* C'est, on le voit, de ma part, la *pensée* d'une simple possibilité; mais je contrôle cette *présomption* immédiatement après par la comparaison des caractères que fournissent la taille, le nombre des anneaux, la forme des soies, etc. (2).

» Or voici comment M. Claparède traduit ce passage : *Il lui arrive quelquefois* (à M. de Quatrefages) *de baser des distinctions spécifiques, uniquement*

---

(1) *Comptes rendus,* 20 janvier 1868.

(2) *Histoire des Annelés.* t. II, p. 319.

sur cette circonstance d'habitat différent, bien que les auteurs n'aient su établir entre ces prétendues espèces aucune différence morphologique. Il insiste surtout sur l'impossibilité pour une espèce littorale de supporter des conditions de vie aussi dissemblables que celles qui résultent de la présence ou de l'absence des marées (1).

» Je doute qu'on trouve dans la phrase citée par M. Claparède, et que je reproduis, le caractère d'*insistance* si formellement signalé par lui. En tout cas, il suffit de lire les lignes qui suivent et de tourner la page, pour se convaincre qu'en séparant la *Hermelle de Savigny* de la *H. alvéolaire* j'avais d'autres raisons que la *différence d'habitat*.

» Si je me suis arrêté un instant à cette question de géographie, c'est moins pour revenir sur une discussion qui devrait être close, que pour montrer une fois de plus la nature du procédé employé par M. Claparède, dans la critique de mon livre. Quand une phrase ou un membre de phrase lui déplaît, il les isole et les commente de telle sorte qu'il finit par en tirer tout autre chose que ce que signifie le même passage lorsqu'il est à sa place.

» Ce n'est certainement pas de propos délibéré et par mauvaise foi que mon honorable contradicteur en arrive à ce résultat. J'ai déjà dit là-dessus toute ma pensée (2). Mais quand on a l'imagination vive et la mémoire peut-être moins sûre qu'on ne le croit, quand avec cela on s'est promis d'avance d'insister surtout sur les causes de désaccord (3) et de faire une large part à la contradiction (4), on se laisse aisément entraîner à dépasser le but. C'est, j'en suis convaincu, ce qui est arrivé à M. Claparède; et cela même explique comment je suis en droit, ce me semble, de lui exprimer encore un regret relativement à la manière dont il rend compte de mes travaux.

» III. Quand par hasard nous nous trouvons d'accord, M. Claparède oublie volontiers de le dire. Il a du reste fait hardiment sa profession de foi à cet égard dans ses *Prolégomènes* (5) et jusque dans sa *Dédicace*. Mais ne signaler que le mal que l'on voit dans un livre, est-ce faire de la critique sérieuse? Quand on se décide à montrer le bien, ne l'indiquer qu'à demi, est-ce être réellement juste? Qu'on me permette de citer un exemple.

(1) *Prolégomènes*, p. 31.

(2) *Comptes rendus*, séance du 20 janvier 1868.

(3) *Prolégomènes*, p. 9.

(4) *Dédicace*.

(5) P. 9 : « *Il est inutile de revenir sur une foule de faits qui y sont établis* (dans mon livre) *d'une manière définitive.* »

» M. Claparède veut bien placer mon nom parmi ceux des naturalistes qui ont mis hors de doute la reproduction des parties chez les Annélides. Il mentionne mes observations sur les Eunices. J'ai en effet insisté sur la reproduction des anneaux *postérieurs* dans une espèce de cette famille; mais j'ai ajouté que le phénomène de la reproduction de ces anneaux s'observe *très-souvent chez une foule d'Annélides* (1). Je l'avais constaté, on le voit, ailleurs que *dans les Eunices.*

» Mais entre la reproduction des anneaux *postérieurs* et celle des anneaux *antérieurs* il y a, au point de vue physiologique, une différence facile à comprendre et qu'attestent d'ailleurs la fréquence du premier fait, la rareté du second. A Bréhat, la presque totalité des Marphyses sanguines que j'ai rencontrées avaient reproduit sur une étendue plus ou moins grande leur région postérieure ; pas une seule n'en avait fait autant pour la région antérieure.

» Or M. Claparède cite ses propres observations relatives à ce dernier cas chez les Étéones et les Nephtys; il cite l'observation unique de Dalyell chez une Sabelle, celle de Kinberg chez un Amphinomien ; il ne dit rien de celle que j'ai faite chez une Diopatre.

« Pourtant à l'époque où M. Claparède commençait ses recherches sur les Annélides de Naples, il n'y avait, je crois, dans la science, que l'observation de Dalyell et la mienne (2). Il n'a pas pu ignorer celle-ci, indiquée dans le chapitre et à la page même qu'il cite (3), rapportée avec détail dans l'histoire d'un genre fort bien étudié par lui (4).

---

(1) *Histoire naturelle des Annelés*, t. I, p. 124.

(2) J'ai cru, à l'époque où j'ai publié mon livre, être le premier à signaler cette reproduction des anneaux antérieurs, et je l'ai dit. Je ne connaissais pas l'observation de l'éminent observateur anglais. Je dois en exprimer ici mes regrets. C'est une des circonstances où, selon les expressions de M. Claparède, j'ai *falsifié* l'histoire de la science d'une manière *inconsciente*.

(3) *Histoire des Annelés*, t. I, p. 126.

(4) *Histoire des Annelés*, t. I, p. 342. — A propos du genre Diopatre, je ferai encore observer que M. Claparède a soin de nous apprendre qu'en plaçant *in toto* un jeune individu sous le microscope, il a découvert chez lui des soies *en peigne*. Or j'ai décrit et figuré ces soies en peigne chez un Lombrinérien dès 1843 (*Magasin de zoologie*); j'en ai signalé l'existence comme étant commune dans la famille des Euniciens (*Histoire des Annelés*, t. I, p. 303); j'en ai figuré les modifications principales dans trois planches; je les ai décrites chez une foule d'espèces appartenant à différents genres d'Annélides Errantes ou Sédentaires; j'en ai montré la présence dans *trois Diopatres adultes*. — M. Claparède dit : *M. de Quatrefages a décrit des soies analogues chez l'Eunice Roussœi*. — Voilà, pour une particularité de bien peu d'importance, un exemple de plus de la manière dont ce que j'ai pu faire pour la connaissance des Annélides est présenté par mon sévère contradicteur. — Je me borne à lui demander à lui-même s'il consentirait à être jugé sur des comptes rendus de cette nature.

» Tout amour-propre d'auteur à part, je crois pouvoir dire qu'un compte rendu fait de cette façon ne donne qu'une idée peu exacte du livre qu'il est censé faire connaître.

» IV. Je passe à un ordre de considérations plus sérieuses.

» Dans la note ajoutée à sa *Dédicace*, M. Claparède fait observer que, dans ma première réponse, j'ai négligé les points importants de ses critiques. En effet, je ne pouvais pas aborder à ce moment la plupart des questions anatomiques sur lesquelles nous étions en désaccord. Il est évident que je devais au préalable compléter mes observations anciennes, afin de pouvoir apprécier la valeur des reproches qui m'étaient adressés. J'ai profité des vacances dernières pour me livrer à cet examen. Malheureusement, je m'étais rendu sur le point le plus pauvre peut-être de toutes nos côtes (1), et mon séjour a été en outre abrégé par des circonstances impérieuses. Néanmoins, j'ai pu soumettre au contrôle des faits quelques-unes des questions soulevées par M. Claparède.

» Mon savant critique ne peut admetre, dit-il, que l'*Histoire des Annelés* représente l'état actuel (2) de la science au point de vue anatomique et physiologique.

» Je me permettrai de faire observer qu'au point de vue *physiologique proprement dit*, j'aurais pu me croire d'accord entièrement avec M. Claparède. Je n'ai trouvé dans ses *Prolégomènes* aucune critique à l'adresse de mes observations *physiologiques* sur les Annélides vivant en liberté ou en captivité; aucune relative aux expériences de vivisection que j'ai faites pour déterminer le mode d'action des centres nerveux; aucune sur mes études embryogéniques; aucune sur les phénomènes que j'ai signalés comme accompagnant la reproduction des parties. M. Claparède adopte ce que j'ai dit sur le rôle multiple et si important du liquide de la cavité générale, sur la distinction du sang veineux et du sang artériel, etc. Il n'oppose rien à mes appréciations générales relativement à l'étendue des fonctions sensoriales chez les Annélides, sauf en ce qui est relatif à la vue; mais je crois avoir répondu suffisamment sur ce point (3). Bref, je ne vois guère comment la *Physiologie* a pris place dans la condamnation sommaire dont M. Claparède frappe mon livre.

---

(1) A Kérity-Penmarch.

(2) Il est évident que le mot *actuel* doit s'appliquer au moment de l'apparition de mon livre.

(3) *Voir* ma première réponse.

» Il est pourtant une partie de l'Anatomie qui tient de très-près à la Physiologie : c'est l'Histologie. M. Claparède me reproche de l'avoir entièrement négligée : il a raison. C'est une lacune grave dans mon ouvrage. J'avais fait autrefois quelques recherches que je désirais compléter et comcomparer aux découvertes plus récentes. Entraîné par d'autres occupations, je me suis laissé aller à publier mon livre sans aborder ce sujet, que je comptais toujours reprendre. C'est un tort, et je n'hésite pas à en convenir.

» V. En Anatomie proprement dite, nous sommes en désaccord avec M. Claparède sur les points suivants :

» 1° J'avais dit que les muscles des Annélides se terminent à chaque anneau par des espèces de raphés tendineux : M. Claparède affirme que les faisceaux longitudinaux se continuent sans interruption dans toute la longueur du ver (1).

» Les observations que je viens de faire récemment m'autorisent à persister dans ma première opinion, et me permettent de donner quelques détails de plus.

» En enlevant sur les côtés d'une Annélide, là où les muscles ont le plus d'épaisseur, une couche mince comprenant les muscles longitudinaux de plusieurs anneaux, on voit à un grossissement médiocre les faisceaux musculaires disposés en forme de guirlandes successives. A un grossissement plus fort on voit les fibres se perdre ou prendre naissance dans une sorte de cloison, normale à la direction des faisceaux et dont la structure est presque homogène. Ces *raphés* correspondent du côté externe aux replis interannulaires, du côté interne aux cloisons. Les faisceaux internes ne comprennent, en général, que l'étendue d'un seul anneau; les faisceaux externes, au contraire, passent d'un anneau à l'autre à travers les ramifications du raphé. J'en ai suivi qui embrassaient jusqu'à quatre anneaux, jamais davantage; mais, en ce cas, les fibres et les faisceaux restent parfaitement libres et ne se soudent nullement, comme l'a cru M. Claparède.

» Je n'ai donc rien trouvé qui répondît à la description donnée par M. Claparède. Cette différence, dans le résultat de nos observations, tient probablement à la manière dont nous avons opéré. J'ai fait mes coupes sur le vivant; et cela même m'a permis de voir les contractions fibrillaires

(1) *Prolégomènes,* p. 17. M. Claparède est moins absolu ailleurs, p. 141. Mais là il me fait dire que les fibres s'insèrent sur des raphés *cartilagineux*, épithète qu'on ne trouvera certainement dans aucun de mes écrits.

mettre dans tout leur jour les faits que j'indique. M. Claparède a commencé par plonger dans l'alcool absolu les Annélides qui ont servi à ses recherches. Sans doute on obtient alors avec bien plus de facilité des lames minces et régulières; mais aussi l'aspect des tissus doit être très-modifié. La contraction violente, amenée par l'immersion dans l'alcool, a dû aussi, comme l'indique la figure de M. Claparède (1), tendre les fibres en ligne droite et faciliter la méprise dans laquelle il est bien certainement tombé (2).

» On remarquera que si l'opinion adoptée par mon savant contradicteur était fondée, l'appareil musculaire présenterait ici une bien étrange exception. Tous les autres appareils montrent au plus haut degré le cachet de la division par anneaux : lui seul pouvait-il échapper à la loi commune? C'eût été bien étrange. On remarquera encore que l'extension de certains faisceaux musculaires à plusieurs anneaux rappelle ce qui existe chez d'autres Annelés (*Rotateurs*, *Tardigrades*).

» 2° M. Claparède m'a très-vivement reproché de m'être trompé relativement à la composition anatomique des branchies chez les Annélides. Quelque forme qu'il ait jugé convenable de donner à ses critiques, je dois ici les accepter, car elles sont fondées. Je me suis trompé en croyant qu'il n'existait qu'un seul vaisseau branchial chez les Eunices, les Nephtys, etc. Mes dernières recherches m'ont démontré l'existence de l'artère et de la veine. Elles m'ont démontré aussi que j'avais pris, comme le dit M. Claparède, pour des ampoules latérales la projection des anses qui unissent les deux vaisseaux. J'ai retrouvé la même composition dans les cirrhes antérieurs des Cirrhatules, c'est-à-dire dans leurs branchies. De son côté, M. Claparède a vu comme moi un vaisseau unique dans les cirrhes pédieux de ces mêmes Cirrhatules et dans les branchies des Serpuliens. Cette question peut donc être regardée, je crois, comme définitivement éclaircie, et il ne m'en coûte pas de reconnaître qu'ici M. Claparède m'a corrigé sur un point important.

---

(1) *Pl.* 31, *fig.* 4 A.

(2) Je publierai prochainement mes observations sur ce point et deux dessins rigoureusement copiés sur ce que me montrait le microscope. Mes observations ont porté principalement sur plusieurs points du corps de la Marphyse sanguine et sur la région caudale de l'Arénicole des Pêcheurs. Cette partie, sur laquelle on distingue à peine les anneaux, devait plus qu'aucune autre montrer les faits avancés par M. Claparède, s'ils étaient exacts. Au reste, ces recherches ont confirmé d'anciennes observations faites sur de petites espèces que j'observais par transparence.

» 3° La question des organes de reproduction est loin d'être aussi avancée; elle est beaucoup plus complexe que ne le croit M. Claparède. Il nie l'exactitude des faits que j'ai rapportés dans l'*Histoire des Annelés*. Sans avoir fait de nouvelles recherches sur ce point, faute d'occasion, je crois pouvoir encore regarder comme fondé tout ce que j'ai dit de la Néréide de Duméril, des Térébelles, des Clymènes. Mes notes et mes souvenirs sont ici très-précis. Je serai moins affirmatif rélativement à l'Arénicole; et, quant à la Marphyse sanguine, je n'en ai parlé que par analogie, comme je l'ai dit dans l'ouvrage même (1).

» Quant au singulier tissu dans lequel se développent chez certaines espèces les œufs et les spermatozoïdes, je l'ai décrit avec détail, figuré dans son ensemble et dans sa structure il y a une vingtaine d'années chez les Hermelles (2). M. Claparède vient de le retrouver chez certains Néréidiens. Pour qui comparera ses observations et les miennes, l'identité des faits sera je crois évidente, seulement M. Claparède appelle *tissu connectif*, ce que j'avais nommé *trame aréolaire*. M. Claparède ne dit pas un mot de mes observations sur ce sujet. Il n'a probablement pas remarqué le peu que j'en ai dit dans mon livre, sans mentionner les Mémoires eux-mêmes (3). Mais M. Claparède, si sévère pour moi quand *je falsifie l'histoire de la science* (4) d'une manière *inconsciente*, ne connaît-il pas celle de mes monographies, qui est peut-être la moins incomplète? S'il la connaît, pourquoi ne la cite-t-il pas? Pourquoi ne dit-il rien de mes observations sur une Aphrodite (5), sur les Sabelles (6), si bien d'accord avec la manière dont il considère les organes reproducteurs en général?

» C'est précisément parce que l'ensemble des faits connus, concordant avec mes observations personnelles, présente des particularités fort diverses et parfois en apparence contradictoires, que j'ai regardé dans mon livre la question des organes génitaux chez les Annélides comme étant encore fort obscure. M. Claparède apporte un assez grand nombre d'observations de plus, mais en réalité aucune donnée nouvelle; et la confiance extrême qu'il a en ses propres recherches lui faisant oublier ou rejeter d'em-

(1) *Histoire des Annelés*, t. I, p. 106.

(2) *Mémoire sur la famille des Hermelliens*; et *Mémoire sur l'embryogénie des Annélides*. (*Annales des Sciences naturelles*, 3e série, t. X, *Pl.* 2, 3 et 4, 1848).

(3) *Introduction*, p. 103 et 108.

(4) *Annélides Chétopodes du golfe de Naples*, p. 108.

(5) *Histoire des Annelés*, *Introduction*, p. 108.

(6) *Histoire des Annelés*, t. II, p. 411.

blée, comme inexactes, celles de la plupart de ses prédécesseurs, il n'a même pas pu songer a étudier les côtés réellement difficiles du problème.

» 4° M. Claparède a maintenu dans ses *Prolégomènes* l'expression de l'*étonnement* que lui cause le *bonheur* que j'ai eu dans mes recherches sur le système nerveux stomato-gastrique des Annélides. Je me borne à rappeler, à ce sujet, que les préparations, dont les planches de mon dernier travail sont la copie rigoureuse, ont été montrées à qui a voulu les voir.

» J'ajouterai que j'ai rapporté de mon dernier voyage d'autres préparations, montrant de la manière la plus nette l'origine exceptionnelle de ce même système dans les Marphyses. Je l'ai retrouvée toute pareille dans des Lombrinériens. Tout donc confirme la manière dont j'ai envisagé l'ensemble de ces deux familles comme constituant, au milieu des Annélides Errantes, un groupe à part et bien distinct (1).

» 5° Je renverrai également à ma première réponse pour ce qui est relatif à la structure de l'œil. Évidemment, dans ses *Prolégomènes*, M. Claparède ne tient nullement compte des differences que j'ai signalées comme existant des Alciopiens aux Hermelles, quant au degré de perfectionnement de l'organe de la vision.

» J'ai passé en revue les questions anatomiques soulevées par M. Claparède, dans ses *Prolégomènes*. Restent les reproches généraux qu'il m'adresse relativement à la caractérisation des appendices céphaliques, à la détermination des diverses régions de la trompe, à des questions de méthode, etc. J'y reviendrai plus tard, ainsi qu'aux critiques de détail répandues à profusion dans le cours de l'ouvrage. Il en est de bien singulières, et je crois pouvoir dire que la réponse me sera facile. Mais j'attendrai pour cela d'être moins occupé que je ne le suis en ce moment : car vraiment je regrette le temps perdu à de semblables discussions. »

GÉOLOGIE. — *Note sur une incrustation formée à Étufs, commune de Rouvres (Haute-Marne); par* **M. A. Passy.**

« A son origine, la vallée de l'Aube est coupée successivement dans la couche supérieure du lias, le calcaire à entroques, le *fuller's earth*, la grande

(1) Dans les généralités de mon livre où j'ai indiqué mon opinion à cet égard, je me suis servi du terme de *Euniciens*. On pourrait croire d'abord qu'il s'agit seulement de la famille que j'ai désignée sous ce nom; mais une lecture quelque peu attentive du texte fera facilement comprendre qu'il s'agit dans ce passage de l'ensemble des espèces se rattachant au type dont les Eunices et quelques genres voisins sont la réalisation la plus complète et que les Lombrinériens sont compris dans cet ensemble qui se détache nettement du type Néréide et de ses dérivés.

oolite, le *forest-marble,* les étages oxfordien et corallien, et dans le département de l'Aube la vallée s'ouvre dans la craie inférieure. Le système oolitique se relève au sud, et le fuller's earth, entre Aubepierre et Auberive, forme une couche constante dans la vallée principale et les vallons secondaires. Cette couche arrête les eaux de pluie infiltrées à travers la grande oolite que surmonte le forest-marble. C'est dans le fuller's earth que prennent naissance une succession de sources abondantes qui jaillissent à mi-côte, et alimentent la rivière de l'Aube.

» A Étufs (1), ces sources offrent cette particularité que, chargées de calcaire en dissolution, qu'elles ont absorbé en traversant le forest-marble et la grande oolite, elles ont fourni deux masses de tuf, de plus de 30 mètres d'épaisseur, qui comblent le bas de deux dépressions courtes et abruptes. Ce tuf durcit à l'air et s'emploie avec avantage dans les constructions en raison de sa légèreté. Des dépôts contemporains de même nature se montrent aussi, sous les mêmes conditions géologiques, dans plusieurs localités du Châtillonnais et de la Haute-Marne.

» Au sortir de la terre, les eaux des sources d'Étufs ne forment pas d'incrustations dans le ruisseau horizontal qui les conduit; mais situées à peu de distance de la rapide déclivité des flancs du plateau, elles se précipitent tout à coup en deux cascades, peu éloignées l'une de l'autre, appelées le *Petit-Tuf* et le *Grand-Tuf*. La dernière, dont il est ici question, a 17 mètres de hauteur. Cette cascade très-pittoresque, et que l'on vient visiter fréquemment, est formée d'une vingtaine de demi-vasques qui s'avancent les unes au-dessous des autres, et s'accroissent incessamment par le dépôt des particules calcaires; leurs bords se couvrent de mousses qui, s'incrustant plus ou moins suivant le mouvement des eaux, contribuent à agrandir les vasques dont la base de chacune est en retraite.

» Comme je viens de le dire, tant que les eaux suivent leur cours horizontal, elles ne déposent pas de calcaire, mais en tombant et en se divisant, l'acide carbonique qu'elles contiennent s'évapore, et le calcaire tenu en dissolution revêt rapidement les objets que les eaux rencontrent ou qu'on y dépose exprès. Lorsqu'elles arrivent au ruisseau d'écoulement, dans le bas de la chute, le fond et les bords se couvrent d'une incrustation de calcaire qui s'épaissit successivement et devient assez compacte. Il ne faut que six mois au plus pour revêtir les objets qui se trouvent exposés à la

---

(1) Cette ferme doit son nom, que l'on trouve écrit sur les anciennes cartes : *Les Tufs*, à l'exploitation de cette concrétion.

tombée de l'eau, divisée en nappes minces ou en filets très-minces. Dans ces circonstances les incrustations sont poreuses et n'offrent qu'une médiocre ténacité.

» La présente Note n'a pas pour objet de faire connaître un exemple nouveau d'un phénomène assez commun, mais bien de montrer que, dans une circonstance particulière, le dépôt calcaire de ces eaux a donné lieu, sous nos yeux, à la formation rapide d'un véritable albâtre.

» M. Dailly, propriétaire de la ferme d'Étufs, dans laquelle il a formé une exploitation agricole, voulant utiliser la force de la chute prise à sa hauteur moyenne, en dériva une partie, et fit dresser au bas, près des bâtiments d'exploitation, un appareil dans lequel l'eau remonte dans un tube pour se déverser dans un autre, puis couler dans une auge, et faire mouvoir un mécanisme agricole. Cet appareil consiste en un tuyau souterrain amenant l'eau au pied d'un tube carré et perpendiculaire de 75 centimètres de hauteur, et sur ses faces intérieures de 23 centimètres d'ouverture. Ce tube, fermé à son orifice supérieur, fait fonction de siphon pour laisser arriver l'eau ascendante qui se déverse ensuite en un second tube appliqué au premier.

» Lorsqu'il fallut réparer ce dernier tube, parce que la force d'écoulement diminuait graduellement, on trouva qu'une épaisse incrustation garnissait l'intérieur du tube et ne laissait plus que $6^{cm},50$ d'ouverture carrée pour le passage de l'eau. On leva une des planches latérales, et l'on dégagea un tube intérieur formé par une incrustation très-dure, de même forme que le tube en planches, et de $4^{cm},50$ d'épaisseur. C'est un des morceaux, dont une face a été polie, que je mets sous les yeux de l'Académie. Elle offre la contexture, la dureté et les nuances d'un véritable albâtre, ainsi que je viens de l'annoncer. On y distingue dix couches équivalentes aux dix années de la pose du tube, et chacune est épaisse de $4^{mm},50$.

» Les couches sont d'un gris jaunâtre, mais elles se distinguent chacune de la suivante par une ligne d'une nuance brune très-marquée. Cette circonstance tient probablement à ce que, pendant l'hiver, les eaux des sources se chargent, dans leur parcours supérieur, de matières colorées par les feuilles d'automne qui se décomposent dans le lit du ruisseau qui les amène à la cascade. On peut, en examinant les couches régulières du calcaire déposé, reconnaître les accroissements d'été et d'hiver, car elles offrent des séries bien caractérisées.

» Ainsi s'est formé, dans le court espace de dix années, un albâtre dont la dureté, la compacité et les nuances sont remarquables.

Le poids du mètre cube est de	2164,00 kil
La force portante par centimètre carré (écrasement total, pour les cubes posés de lit)	146,75
Et pour les cubes posés de champ	237,80

» Ces caractères ont été constatés par M. Michelot, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, qui avait bien voulu antérieurement m'accompagner dans une reconnaissance géologique de la vallée de l'Aube, pour examiner la nature de ses roches et la possibilité de les utiliser, en les exportant, pour les constructions.

» M. Dailly ayant désiré faire analyser les eaux des sources qui jaillissent dans sa propriété, M. Hervé Mangon a bien voulu se charger de ce travail, dont le résultat, pour la source du Grand-Tuf et pour la rivière de l'Aube, qui reçoit immédiatement les eaux de la cascade, est contenu dans le tableau suivant.

Analyse des eaux d'Étufs, faite par M. Hervé Mangon.

	Source du Grand-Tuf.	Rivière de l'Aube.
	gr	gr
Résidu argilo-siliceux insoluble dans les acides	0,004	0,005
Alumine et traces de fer	0,002	0,010
Chaux	0,127	0,085
Magnésie	0,002	0,006
Alcalis	0,003	0,006
Chlore	0,004	0,006
Acide sulfurique	0,031	0,027
Acide carbonique et matières non dosées	0,073	0,054
Eau combinée et matières organiques	0,007	0,010
Poids total du résidu solide de l'évaporation de 1 litre d'eau.	0,253	0,209
Ammoniaque par litre	0,15	0,13
Acide nitrique non hydraté par litre	0,90	1,33
Gaz en dissolution ramenés à zéro sous la pression barométrique de $0^m,760$:		
	cc	cc
Acide carbonique	24,9	21,0
Oxygène	4,5	5,9
Azote	14,5	14,1
Volume total des gaz dissous par litre	43,19	41,0

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Calcul des épaisseurs des fonds plats et bombés des chaudières cylindriques.* Mémoire de **M. H. Resal**, présenté par M. Combes. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Combes, de Saint-Venant, Phillips.)

« Dans le Mémoire que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie, je me propose de montrer comment on peut arriver à calculer les épaisseurs des fonds des chaudières cylindriques.

» En partant des équations de la théorie mathématique de l'élasticité, la solution du problème proposé est loin de paraître simple ; car il est difficile de voir *à priori* quels sont les termes qui peuvent être négligés, eu égard à l'approximation adoptée.

» Par extension de principe des résultats obtenus pour les prismes d'une faible épaisseur, par MM. Poisson et de Saint-Venant, j'ai admis que la théorie mathématique de l'élasticité et la théorie ordinaire de la résistance des matériaux conduisent aux mêmes résultats lorsqu'il s'agit de vases d'une épaisseur relativement petite par rapport à leur diamètre. J'ai donc pris pour point de départ les hypothèses qui servent de base à cette dernière théorie, qui met plus en évidence que la première les éléments de la question. Je suis ainsi arrivé à une formule générale, relative à un fond affectant la forme d'un solide de révolution, engendré par un profil quelconque.

» Comme cas particulier, j'ai obtenu pour les fonds plats l'expression simple donnée par M. Lamé, qui, toutefois, ne s'est pas affranchi d'une hypothèse étrangère à la théorie mathématique de l'élasticité.

» J'ai déterminé, de plus, la forme du profil déformé, et j'ai reconnu ensuite que la ligne de rupture a lieu sur le bord, ce qui est conforme à quelques expériences que j'ai faites, et dont j'ai donné à la fin la relation.

» Quant aux fonds sphériques, je suis arrivé à une formule qui se vérifie immédiatement dans le cas de la sphère, mais qui, généralement, ne peut s'intégrer que par série. Je n'ai pu appliquer les résultats obtenus, en raison de leur complication.

» Il est évident que lorsqu'un tube est soumis à une pression intérieure, il doit se gonfler en son milieu, quel que soit le mode de fermeture de ses extrémités. Si la longueur est très-considérable, le mode de fermeture a peu d'influence, et on peut alors en faire abstraction, comme dans les

cours de nos écoles d'application. En me plaçant à un point de vue théorique, j'ai montré comment on peut arriver à résoudre le problème relatif à la déformation d'une chaudière cylindrique, terminée par des fonds plats. »

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Application de la géométrie analytique à la détermination des orbites des planètes.* — Mémoire de **M. Michal**, présenté par M. de Saint-Venant. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Mathieu, Laugier, Delaunay.)

« 1. On se propose de déterminer rigoureusement, sans recourir à aucune différentiation ou intégration, les éléments du mouvement des planètes, au moyen d'observations géocentriques de longitude et de latitude, par des formules déduites de l'application des lois de Kepler, et des notions les plus élémentaires de géométrie et d'astronomie, dont les équations finales peuvent être ramenées au premier degré.

» 2. Plaçons l'origine des coordonnées rectangulaires auxquelles nous rapporterons la planète au centre du Soleil; supposons que le plan des x et des y soit celui de l'écliptique, que l'axe des x soit la ligne menée du centre du Soleil au premier point d'Aries, que l'axe des y soit la ligne menée du centre du Soleil au premier point du Cancer, enfin que l'axe des z soit du même côté que le pôle boréal de l'écliptique.

» L'orbite d'une planète pourrait être déterminée par l'équation de son plan et celle du cylindre orthogonal qui aurait pour base la projection de cette orbite sur le plan des x et des y.

» Soit les équations du plan et de la projection de l'orbite

$$(1) \qquad Z = Ny - Mx, \quad Ay^2 + Bxy + Cx^2 + Dy + Ex = 1.$$

» Les coefficients N, M, A, B, C, D et E peuvent être déterminés par des observations géocentriques de longitude et de latitude, pourvu qu'on puisse admettre que les éléments de l'orbite ne varient pas sensiblement dans l'intervalle de temps qui sépare les observations extrêmes.

» 3. Cela posé, soient pour une observation : α la longitude géocentrique de la planète, β sa latitude géocentrique, X et Y les coordonnées du centre de la Terre, dont les valeurs sont fournies par les Tables du Soleil, et enfin ρ la distance du centre de la planète au centre de la Terre projetée sur l'écliptique, on aura

$$(2) \qquad x = X + \rho\cos\alpha, \quad y = Y + \rho\sin\alpha \quad \text{et} \quad z = \rho\,\text{tang}\,\beta.$$

» Si l'on combine ces dernières équations avec celle du plan (1) et si l'on fait, pour abréger,

$$X \sin\alpha - Y \cos\alpha = \gamma,$$

on obtiendra

$$(3) \quad \left\{ \begin{aligned} x &= \frac{X \operatorname{tang}\beta - N\gamma}{\operatorname{tang}\beta - N \sin\alpha + M \cos\alpha}, \\ y &= \frac{Y \operatorname{tang}\beta - M\gamma}{\operatorname{tang}\beta - N \sin\alpha + M \cos\alpha}, \\ z &= \frac{\operatorname{tang}\beta\,(NY - MX)}{\operatorname{tang}\beta - N \sin\alpha + M \cos\alpha}. \end{aligned} \right.$$

» Substituons ces valeurs de x, y, z dans l'équation du cylindre orthogonal (1), on aura

$$(4) \quad \left\{ \begin{aligned} & A\varphi_1(Y, \beta, M, \gamma) + B\varphi_2(X, Y, B, M, \gamma, N) \\ & + C\varphi_3(X, \beta, N, \gamma) + D\varphi_4(Y, \beta, N, \alpha, \gamma, M) \\ & \qquad + E\varphi_5(X, \beta, \alpha, M, N, \gamma) = \varphi_6(\alpha, \beta, M, N), \end{aligned} \right.$$

équation qui peut être mise sous la forme

$$(5) \qquad R_1 Z_1 + R_2 Z_2 + \ldots + R_{17} Z_{17} + R_{18} M + R_{19} N = R_{20},$$

où les coefficients depuis R_1 jusqu'à R_{20} sont des quantités fournies par l'observation et les quantités Z_1, Z_2 jusqu'à Z_{17} sont des fonctions des constantes M et N dont il s'agit de déterminer la valeur.

» Cette détermination pourra être faite au moyen de dix-neuf équations analogues à l'équation (5).

» 4. Connaissant M et N on aura l'équation du plan de l'orbite et on pourra calculer les coordonnées du point où se trouve la planète à une époque correspondante à une observation; enfin, en formant cinq équations analogues à l'équation (4), au moyen de cinq observations, on obtiendra les valeurs des constantes de la projection orthogonale de l'orbite sur le plan des x et des y, en sorte que cette orbite sera entièrement définie; mais il est plus simple de chercher directement tous les éléments en fonction de M et N.

» Supposons qu'au moyen d'une observation on ait calculé par les formules (3) les coordonnées x_n, y_n, z_n de la position de la planète correspondante à l'observation, et, par suite, le rayon vecteur $r_n = \sqrt{x_n^2 + y_n^2 + z_n^2}$. Si l'on transforme les axes des coordonnées de manière que le nouvel axe des x coïncide avec la ligne des nœuds, on aura

$$(6) \quad x'_n = x_n \cos h + y_n \sin h, \quad y'_n = y_n \cos h - x_n \sin h, \quad z'_n = z_n, \quad r'_n = r_n,$$

h étant l'angle que la ligne des nœuds forme avec l'ancien axe des x.

» De plus, en représentant par i l'inclinaison du plan de l'orbite sur le plan des x et des y, on obtiendra

$$\frac{z'_n}{y'_n} = \frac{z_n}{y_n \cos h - x_n \sin h} = \tang i,$$

et, par suite,

$$z_n = y_n \cos h \tang i - x_n \sin h \tang i.$$

» D'où l'on tire, en vertu de l'équation (1) du plan de l'orbite,

$$\cos h \tang i = \mathrm{N}, \quad \sin h \tang i = \mathrm{M},$$

ce qui donne

$$\tang h = \frac{\mathrm{M}}{\mathrm{N}}, \quad \tang i = \sqrt{\mathrm{M}^2 + \mathrm{N}^2}.$$

» Appelons φ_n l'angle que le rayon vecteur forme avec la ligne des nœuds, on aura

$$x'_n = r_n \cos \varphi_n, \quad \text{d'où} \quad \cos\varphi_n = \frac{x_n \cos h + z_n \sin h}{\sqrt{x_n^2 + y_n^2 + z_n^2}}.$$

» Considérons maintenant trois rayons vecteurs déterminés au moyen de trois observations, nous connaîtrons les angles que chacun d'eux fait avec la ligne des nœuds, et par conséquent les angles qu'ils font entre eux, et, si nous appelons e l'excentricité, p le paramètre de l'équation polaire de la courbe, et V_1, $\mathrm{V}_2 = \mathrm{V}_1 + \Delta_1$, $\mathrm{V}_3 = \mathrm{V}_1 + \Delta_2$ les anomalies vraies correspondantes aux rayons r_1, r_2, r_3, on aura

$$r_1 = \frac{p}{1 + e \cos \mathrm{V}_1}, \quad r_2 = \frac{p}{1 + e \cos(\mathrm{V}_1 + \Delta_1)}, \quad r_3 = \frac{p}{1 + e \cos(\mathrm{V}_1 + \Delta_2)},$$

d'où l'on tire

$$\tang \mathrm{V}_1 = \frac{r_2(r_3 - r_1)\cos\Delta_1 - r_3(r_2 - r_1)\cos\Delta_2 - r_1(r_3 - r_2)}{r_2(r_3 - r_1)\sin\Delta_1 - r_3(r_2 - r_1)\sin\Delta_2},$$

$$p = r_1 r_2 \frac{\cos \mathrm{V}_1 - \cos(\mathrm{V}_1 + \Delta_1)}{r_1 \cos \mathrm{V}_1 - r_2 \cos(\mathrm{V}_1 + \Delta_1)} \quad \text{et} \quad e = \frac{r_2 - r_1}{r_1 \cos \mathrm{V}_1 - r_2 \cos(\mathrm{V}_1 + \Delta_1)}.$$

» Nous connaîtrons donc l'équation de l'orbite et l'angle V_1 qu'un rayon vecteur fait avec la ligne des abcides, et, en appelant φ et k les angles que le rayon vecteur et la ligne des abcides forment respectivement avec la ligne des nœuds, on aura

$$k = \varphi_1 - \mathrm{V}_1.$$

» 5. Il ne nous reste qu'à établir les formules au moyen desquelles on peut trouver la position de la planète en fonction du temps à une époque

quelconque. C'est le problème de Kepler qu'on ne peut résoudre que d'une manière approchée et en ayant recours à un angle auxiliaire qu'on appelle l'*anomalie de l'excentrique*.

» Lacaille, dans ses *Leçons élémentaires d'Astronomie* (édition de 1761, chap. II, art. XI), après avoir défini les éléments de ce problème, qui sont au nombre de trois, savoir : l'anomalie vraie, l'anomalie moyenne et l'anomalie de l'excentrique, qu'on désigne ordinairement par v, nt et u, en montre, par une figure, la signification géométrique. C'est de la figure même qu'il a construite à cet effet que, déduisant facilement les relations qui existent entre ces quantités angulaires, nous sommes parvenu, sans recourir à aucun calcul d'analyse, aux trois formules connues

$$nt = u - e \sin u, \quad r = a(1 - e \cos u), \quad \operatorname{tang} \frac{1}{2} v = \sqrt{\frac{1+e}{1-e}} \operatorname{tang} \frac{1}{2} u.$$

» Il faudra connaître le lieu de la planète à une époque quelconque pour rapporter une autre époque quelconque à celle qui correspond au passage de la planète au périhélie; la première des trois équations ci-dessus, le temps étant compté à partir du périhélie, fera connaître l'anomalie de l'excentrique à l'époque considérée. Les deux autres équations donneront ensuite les valeurs de l'anomalie vraie et du rayon vecteur. La première équation ne peut se résoudre que par des tâtonnements ou par des séries convergentes lorsque e est très-petit.

» 6. Lorsque l'on considère des orbites très-excentriques qu'on puisse assimiler à des paraboles, en appelant t le temps compté à partir du périhélie que la planète avait mis pour arriver à un point connu de son orbite, on calculera l'aire du secteur parabolique décrit par le rayon vecteur depuis le périhélie jusqu'au point où se trouve l'astre; on aura l'aire décrite pendant l'unité de temps en divisant cette aire par le temps t, et en admettant que les aires décrites en temps égal dans les orbes paraboliques et elliptiques sont proportionnelles à la racine carrée des paramètres, on arrivera facilement à l'équation

$$t = \frac{1}{2} \sqrt{2} \frac{T}{\pi} D^{\frac{3}{2}} \left(\operatorname{tang} \frac{1}{2} v + \frac{1}{3} \operatorname{tang}^3 \frac{1}{2} v \right),$$

dans laquelle T est la durée de la révolution de la Terre dont le demi-grand axe a été pris pour unité de longueur, π le rapport de la circonférence au diamètre et D la distance du foyer de la parabole au sommet.

» Cette équation donnera facilement t lorsque v sera connu; mais, pour avoir v au moyen de t, il faut résoudre une équation du troisième degré.

On peut se dispenser de cette résolution en faisant une table des valeurs de v correspondantes à celles de t dans une parabole dont la distance périhélie est l'unité ou égale à la moyenne distance de la Terre au Soleil. »

M. Poulet adresse, par l'intermédiaire du ministère de l'Instruction publique, un Mémoire manuscrit intitulé : « Études statistiques sur la phthisie et la mortalité à Plancher-les-Mines ».

(Renvoi à la future Commission du prix de Statistique.)

M. F. Lucas adresse une réponse à la Note de *M. de Marsilly* qui a été soumise au jugement de l'Académie le 4 janvier, et qui a pour objet la réfutation de ses propres assertions sur l'impossibilité mécanique d'un système réticulaire.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un volume de *M. A. Bression* ayant pour titre « Histoire générale de l'Exposition universelle de 1867 ».

Cet ouvrage sera soumis, conformément au désir exprimé par l'auteur, à la future Commission du prix de Statistique.

M. le Secrétaire perpétuel donne lecture d'un article du testament de *M. J.-L. Gegner*, qui lègue à l'Académie des Sciences le capital d'une rente de quatre mille francs pour « soutenir un savant pauvre qui se sera signalé par des travaux sérieux, et qui, dès lors, pourra continuer plus fructueusement ses recherches en faveur du progrès des sciences positives ».

Cette pièce sera soumise à la Commission administrative, pour en faire, si elle le juge convenable, l'objet d'une proposition à l'Académie.

M. le Secrétaire perpétuel donne lecture d'une Lettre adressée par le Comité qui s'est constitué pour ériger, à Paris, une statue à Vauquelin, et une autre à Parmentier : le Comité espère que l'Académie voudra bien encourager de sa souscription l'hommage rendu à la mémoire de deux de ses Membres.

Cette Lettre sera transmise à la Commission administrative.

ASTRONOMIE. — *Sur une atmosphère incandescente qui entoure la photosphère solaire.* Lettre de **M. Janssen** à M. le Secrétaire perpétuel.

« Simla (Himalaya), 25 décembre 1868 :
» Long., 77°,14; lat., 31° 6′ 25″.

» La pureté du ciel de Simla m'a permis de continuer avec succès mes études sur les régions circumsolaires. L'Académie a sans doute reçu un télégramme dans lequel j'avais l'honneur de lui annoncer la découverte d'une atmosphère incandescente dont l'hydrogène forme la base générale, sinon exclusive, et qui entoure la photosphère solaire.

» Je décrirai, dans une prochaine Lettre, la méthode délicate qui m'a permis de suivre les traces de cette enveloppe gazeuse jusque sur la photosphère elle-même, et j'aurai l'honneur d'envoyer en même temps à l'Académie les cartes des protubérances, construites à cette occasion.

» L'atmosphère dont il s'agit est basse, à niveau fort inégal et tourmenté; souvent elle ne dépasse pas les saillies de la photosphère, mais, phénomène bien remarquable, elle forme un tout continu avec les protubérances, dont la composition générale est la même et qui paraissent en être simplement des portions soulevées, projetées et souvent détachées en nuages isolés, comme je le constate tous les jours.

» La présence de cette atmosphère explique les phénomènes de réfraction révélés à la surface solaire par l'étude des taches; elle joue un rôle important dans tous les phénomènes lumineux présentés par l'enveloppe visible du globe solaire, et en particulier dans les facules; il n'est pas douteux que c'est elle qui produit principalement cette diminution d'intensité lumineuse, calorifique et photographique que le disque solaire présente sur ses bords, d'une manière si remarquable. »

ASTRONOMIE. — *Sur le passage de Mercure du 4 novembre 1868, et les conséquences à en déduire relativement à l'observation du prochain passage de Vénus.* Mémoire de **MM. C. Wolf** et **C. André**, présenté par M. Le Verrier. (Extrait par les auteurs.)

« Le but de ce travail est la recherche expérimentale des causes des phénomènes singuliers observés aux moments des contacts dans les passages de Mercure et de Vénus.

» De nombreuses expériences faites sur des mires mobiles observées, soit à grande distance entre l'Observatoire et le Luxembourg, soit dans l'inté-

rieur d'une chambre obscure, et avec des objectifs de qualités très-différentes, ont donné les résultats suivants :

» Un objectif bien dépouillé d'aberration et de 20 centimètres d'ouverture au moins permet, par un temps calme, d'apprécier le contact des bords d'un disque mobile et d'un écran fixe avec une erreur moindre qu'un dixième de seconde d'arc.

» L'erreur commise augmente rapidement quand l'ouverture diminue.

» L'influence de l'aberration de l'objectif se fait sentir par l'assombrissement du filet lumineux qui sépare le disque de l'écran. L'erreur qui peut en résulter est d'autant plus grande que l'aberration est plus forte.

» Le grossissement de l'oculaire ne paraît avoir qu'une influence très-secondaire.

» Le phénomène connu sous le nom de *ligament obscur* n'a point sa cause dans l'irradiation oculaire, dont toutes les expériences démontrent la non-existence. Le ligament noir apparaît, avant le contact réel, entre la planète et le bord du Soleil, lorsque l'objectif est affecté d'une forte aberration, et que, par suite de ce défaut, l'oculaire a été pointé non sur l'image focale, mais sur le plan d'aberration minima.

» L'application de ces résultats aux nombreuses observations du passage de Mercure faites le 4 novembre 1868, montre que, parmi les nombres si divergents donnés par les observateurs pour le temps du deuxième contact interne, ceux-là seulement représentent avec certitude l'instant réel du phénomène, qui se rapportent à des observations faites à l'aide d'instruments d'assez grande ouverture, et où le contact s'est produit géométriquement sans amener aucun phénomène particulier. Les renseignements fournis jusqu'à présent sur les circonstances des observations sont trop peu nombreux pour que l'on puisse faire le triage des nombres obtenus. Néanmoins, on peut dire que la moyenne des temps corrigés de la parallaxe et exprimés en temps moyen de Paris, donne pour le deuxième contact interne une valeur peu différente de $21^h 9^m 33^s$.

» Pour l'observation du prochain passage de Vénus, les auteurs du Mémoire appellent l'attention des Astronomes sur les précautions suivantes, qu'ils considèrent comme indispensables, si l'on veut obtenir des résultats certains :

» 1° Employer, pour l'observation des contacts, des lunettes montées équatorialement, et pourvues d'objectifs rendus aplanétiques par les méthodes de L. Foucault, et argentés sur leur surface extérieure; ces objectifs auraient 24 centimètres d'ouverture.

» 2° Assurer la mise au point de l'oculaire, en plaçant un réticule à demeure dans le plan focal. La position du réticule serait déterminée à l'aide d'un collimateur formé d'un télescope à miroir argenté, d'une ouverture au moins égale à celle de la lunette. Le grossissement serait compris entre 150 et 300.

» 3° Joindre à l'observation des contacts une série de mesures des positions successives de la planète sur le disque du Soleil, particulièrement au voisinage des deux contacts, pour en déduire les moments précis de l'entrée et de la sortie. On suppléerait ainsi à des observations qu'un hasard peut faire manquer, qu'une ondulation atmosphérique peut troubler; ou bien on contrôlerait les résultats obtenus.

» Ces mesures pourraient s'effectuer, soit par la photographie, comme l'a proposé M. Faye, soit au moyen d'un micromètre à fils, soit à l'aide des prismes biréfringents d'Arago.

» 4° Soumettre d'avance les instruments et les observateurs à des épreuves et à des exercices sur des mires mobiles, afin de prémunir l'Astronome contre les apparitions de phénomènes perturbateurs, et de déterminer, s'il est nécessaire, les différences personnelles d'appréciation des contacts. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur l'analyse immédiate des diverses variétés de carbone.* Note de **M. Berthelot**, présentée par M. Balard.

« On sait que les nombreuses variétés du carbone peuvent être rangées sous trois chefs principaux, savoir :

» 1° Le carbone-diamant;

» 2° Les carbones-amorphes, dérivés des matières organiques;

» 3° Les carbones-graphites, lesquels existent dans la nature et se produisent dans la fonte sous la forme hexagonale.

» On a assimilé aux graphites plusieurs variétés de carbone-amorphe, telles que la plombagine naturelle et divers carbones artificiels. Ainsi, Berzelius (1) identifie avec les graphites les charbons métalliques, le coke obtenu par la calcination de la houille, enfin le charbon de bois et le noir de fumée, après qu'ils ont été exposés pendant quelque temps à une température rouge intense. Despretz (2) appliquait également le nom de graphite

(1) *Traité de Chimie*, t. I, p. 260 (1845), traduction française.

(2) *Comptes rendus*, t. XXX, p. 369.

au charbon de cornue et de sucre, après qu'ils ont été chauffés quelque temps soit à la lampe d'emailleur, soit au feu électrique. M. Regnault et M. Caron ont désigné sous ce même nom (1) certains charbons de cornue à gaz, conformément d'ailleurs à l'opinion de Berzelius.

» Si je cite ces autorités, pour préciser le sens qui a été attaché, en général et jusqu'à présent, au mot *graphite*, c'est que la définition de cette substance, toutes les fois qu'elle ne cristallise pas, manque de rigueur et peut donner lieu à bien des équivoques. La propriété de tacher le papier, par exemple, qui a été souvent invoquée comme caractérisant le graphite (2), n'appartient ni aux charbons métalliques, ni à certains carbones que je rangerai parmi les graphites véritables; tandis qu'elle existe dans le noir de fumée et dans quelques autres carbones-amorphes.

» Je me suis demandé s'il ne serait pas possible de définir les graphites, et par suite les autres carbones, d'une manière plus exacte, en me fondant sur la curieuse combinaison que M. Brodie a découverte. En effet, d'après ce savant, le graphite naturel (plombagine) peut être oxydé par certains agents très-énergiques, à basse température, et en formant un composé particulier, désigné sous le nom d'*acide graphitique* (3). Ce composé renferme du carbone, de l'hydrogène et de l'oxygène. A l'état humide, il se présente en paillettes jaunes et micacées, que la dessiccation agglomère sous forme de masses brunes et amorphes. Soumis à l'action de la chaleur, il se détruit subitement et avec production d'étincelles, en se boursouflant beaucoup : il reste une poudre noire, très-divisée, renfermant de l'hydrogène et de l'oxygène : je la désignerai sous le nom d'*oxyde pyrographitique*. Le charbon de bois et le noir de fumée ne fournissent point d'acide graphitique.

» Tels sont les faits observés par M. Brodie; j'ai cru devoir les rappeler, parce qu'ils ont été l'origine de mes propres recherches. En effet, dans le cours de mes expériences sur la méthode universelle d'hydrogénation, j'ai été conduit à reprendre l'étude de l'acide graphitique. Cette étude a eu pour premier résultat l'institution d'une méthode nouvelle d'analyse immédiate, applicable à la reconnaissance des diverses variétés du carbone. J'ai appliqué ensuite cette méthode à l'examen d'une centaine de variétés de carbone préparées ou modifiées par divers procédés.

---

(1) *Comptes rendus*, t. LIX, p. 819.

(2) Spécialement par Despretz.

(3) Le nom d'*oxyde graphitique* conviendrait mieux, car il ne forme pas de sels.

PREMIÈRE PARTIE. — *Méthode pour l'analyse immédiate des diverses variétés de carbone.*

» Cette méthode consiste à oxyder le carbone à basse température et à examiner les produits formés. Dans ces conditions :

» 1° Le diamant n'est pas oxydé (1) sensiblement, même par des traitements réitérés et prolongés, et soit qu'il s'agisse du diamant ordinaire ou du diamant noir;

» 2° Les diverses variétés de carbone-amorphe sont changées entièrement en acides humoïdes, d'un brun jaunâtre, solubles dans l'eau; les propriétés de ces acides varient suivant les carbones qui les fournissent;

» 3° Les diverses variétés de graphite vrai sont changées en oxydes graphitiques correspondants. Les propriétés de ces oxydes varient notablement avec la nature des graphites qui les fournissent; mais tous sont caractérisés par leur insolubilité d'une part, et surtout par leur propriété d'être décomposés brusquement et avec déflagration sous l'influence de la chaleur.

» Tels sont les caractères que l'on observe, lorsqu'on oxyde une variété de carbone unique et sans mélange. Pour parvenir à ces résultats, on opère de la manière suivante.

» On réduit en poudre le carbone, s'il ne l'est déjà; on le mélange avec cinq fois son poids de chlorate de potasse, pulvérisé séparément et au préalable; puis on incorpore peu à peu la masse avec de l'acide nitrique fumant, de façon à former une sorte de pâte. On abandonne le tout, dans une petite fiole ouverte, pendant quelques heures; puis on chauffe vers 50 à 60 degrés, pendant trois ou quatre jours sans interruption. Au bout de ce temps, on étend la masse avec de l'eau, et on la lave par décantation au moyen de l'eau tiède (2). En général, il est nécessaire de répéter la même série d'opérations quatre, cinq, six fois, et même davantage, pour arriver soit à dissoudre entièrement les carbones-amorphes, soit à changer entièrement les graphites en oxydes graphitiques. Les charbons brillants et feuilletés qui se déposent aux parois d'un tube rouge, dans la destruction des composés organiques, offrent surtout une résistance prolongée, due à leur cohésion spéciale.

» On peut donc distinguer les diverses variétés du carbone par l'étude spéciale de leurs produits d'oxydation. Il y a plus. D'après mes premières

(1) J'ai opéré sur de la poudre de diamant ordinaire et sur de la poudre de diamant noir, que MM. Halphen avaient bien voulu mettre à ma disposition, avec cette libéralité si souvent éprouvée par les savants.

(2) Ces lavages doivent être assez prolongés pour dissoudre les sels potassiques.

observations, je ne doute pas qu'une étude approfondie des mêmes produits ne conduise à séparer les graphites et les carbones-amorphes en plusieurs groupes distincts. Les carbones-amorphes, en particulier, même après qu'ils ont été dépouillés, par l'action du chlore, de l'hydrogène qu'ils renferment toujours, semblent retenir encore, non-seulement dans leur aspect physique, mais même dans leurs dérivés oxydés, quelque chose de la structure des composés organiques dont ils dérivent : ce qui n'a rien de surprenant, si l'on remarque que ces carbones représentent la limite extrême d'une série de décompositions graduelles, accompagnées chacune de condensations moléculaires croissantes, ainsi que je l'ai établi dans mes *Recherches sur les carbures pyrogénés* (1).

» Quoi qu'il en soit de ces distinctions plus subtiles et qui réclament de nouvelles recherches, la méthode d'analyse que je propose permet de reconnaître très-nettement les trois groupes principaux qui comprennent les variétés du carbone, à savoir : le diamant, les carbones-amorphes et les graphites. Je propose désormais de réserver exclusivement le nom de *graphite* aux carbones qui fournissent un *oxyde graphitique :* cette dénomination se trouvera ainsi définie d'une manière précise, et qui ne donnera plus lieu aux anciennes équivoques.

» La méthode d'analyse que je viens de décrire ne s'applique pas seulement aux variétés pures, mais aussi à leur mélange.

» 1° Soit, par exemple, un mélange de carbone-amorphe et de diamant. En le traitant à plusieurs reprises par les réactifs ci-dessus désignés, on parvient à dissoudre entièrement le carbone-amorphe; tandis que le diamant demeure inaltéré à la fin des expériences.

» 2° Soit un mélange de graphite et de carbone-amorphe. Le carbone-amorphe finit par être entièrement dissous, à la suite de traitements réitérés; tandis que le graphite donne naissance à un oxyde graphitique insoluble, jaune ou jaune-verdâtre, et décomposable avec une sorte de déflagration. On peut détruire ensuite l'oxyde graphitique, comme il va être dit, de façon à faire disparaître à la fin la totalité du carbone mis en expérience.

» 3° Soit enfin un mélange de diamant, de graphite et de carbone-amorphe. A la suite d'un certain nombre de traitements, le carbone-amorphe finit par se dissoudre entièrement, en laissant un mélange d'oxyde graphitique et de diamant. Ce mélange ne peut pas être résolu par les dissolvants. Mais on peut isoler le diamant, comme il suit. On dessèche le mélange, puis on

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. IX, p. 475.

le chauffe dans un tube fermé par un bout; l'oxyde graphitique se détruit, en laissant de l'oxyde pyrographitique. Or, ce dernier, oxydé de nouveau par le chlorate de potasse et l'acide nitrique, forme des produits solubles et une proportion d'oxyde graphitique, très-inférieure à celle que l'on a détruite d'abord. En décomposant ensuite par la chaleur ce nouvel oxyde graphitique, puis en réoxydant le nouvel oxyde pyrographitique, on n'obtient plus que des traces d'oxyde graphitique. En poursuivant ainsi, au bout de trois ou quatre traitements au plus, tout l'oxyde graphitique disparaît, et il ne reste plus que la poudre de diamant.

» Il ne faudrait pas confondre avec le diamant certaines poudres dures et cristallines, constituées par des silicates ou de la silice, et que j'ai observées parfois comme dernier résidu. L'emploi de l'acide fluorhydrique, combiné au besoin avec celui de l'eau et des acides nitrique et sulfurique concentré, fait disparaître entièrement ce genre de résidu.

» Tels sont les procédés que j'ai appliqués à l'étude des diverses variétés du carbone. Je décrirai prochainement les résultats que j'ai observés. »

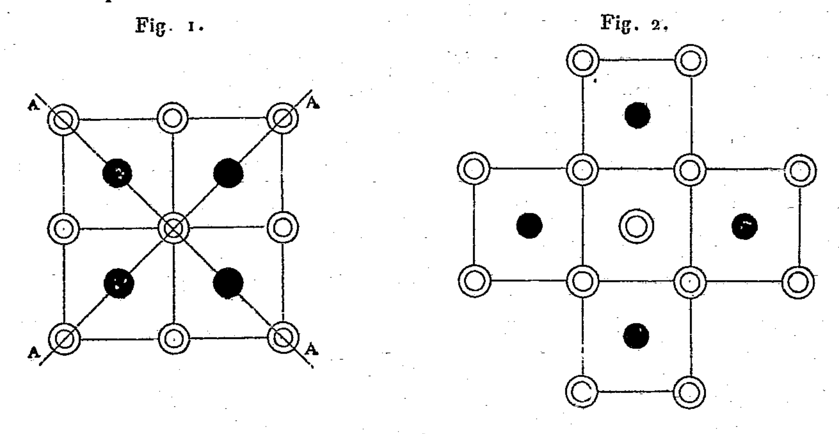
MORPHOGÉNIE MOLÉCULAIRE. — *Sur l'existence, dans le règne minéral comme dans le règne organique, de deux types moléculaires particuliers, appartenant l'un au sucre de canne, l'autre au sucre de raisin.* Note de **M. M.-A. Gaudin**, présentée par M. Becquerel. (Extrait.)

« Gay-Lussac et Thenard ont été les premiers à reconnaître que la composition des sucres peut se représenter par du carbone uni à de l'eau; c'est-à-dire à des quantités d'oxygène et d'hydrogène en proportions nécessaires pour former de l'eau; c'est précisément ce que je trouve de mon côté. Il m'est impossible de construire la molécule des sucres autrement qu'en séparant totalement le carbone de l'eau, et il en résulte deux groupements atomiques quadrangulaires (*fig.* 1 et 2), qui répondent l'un au sucre de canne, l'autre au sucre de raisin.

» La *fig.* 5, qui représente la coupe suivant AA de la *fig.* 1, montre comment les atomes de carbone sont superposés par trois en hauteur. La portion rectangulaire de cette coupe (qui existe 4 fois dans la *fig.* 2) représente 18 fois la loi mathématique de répartition des atomes dissemblables. Cette coupe sert à montrer aussi la disposition des 11 molécules d'eau, dont 3 sont superposées les unes aux autres dans l'axe, et qu'il est impossible de porter leur nombre à 12, 13 ou 14, comme dans les autres sucres, tandis qu'avec la disposition de la *fig.* 2, il en faut en effet 12, 13 ou 14.

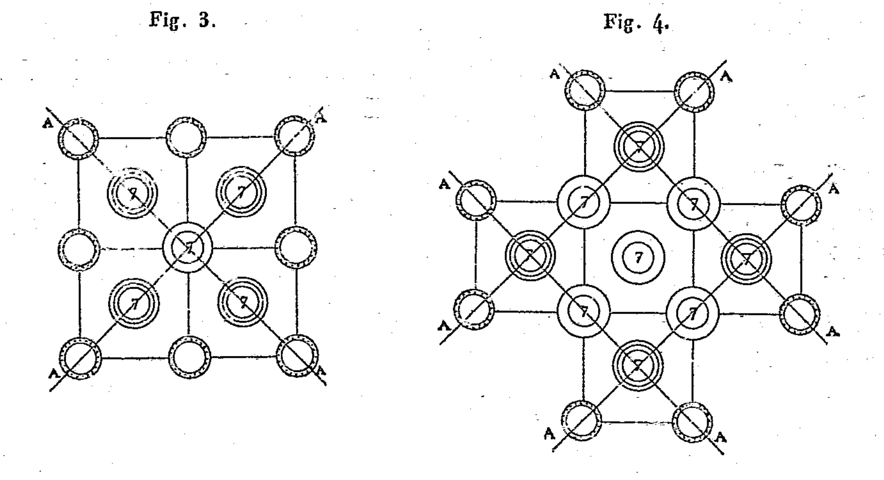
» Si nous nommons *axes secondaires de la molécule* les files à 3 atomes de carbone qui se trouvent dans les molécules saccharines, nous remar-

Fig. 1. Fig. 2.



querons que ces axes sont plus rapprochés dans la molécule de sucre de canne que dans celle du sucre de raisin, où ils forment la croix. Cette disposition se retrouve de point en point dans le règne minéral, dans l'épidote et le grenat (*fig.* 3 et 4), et, chose plus remarquable encore, les

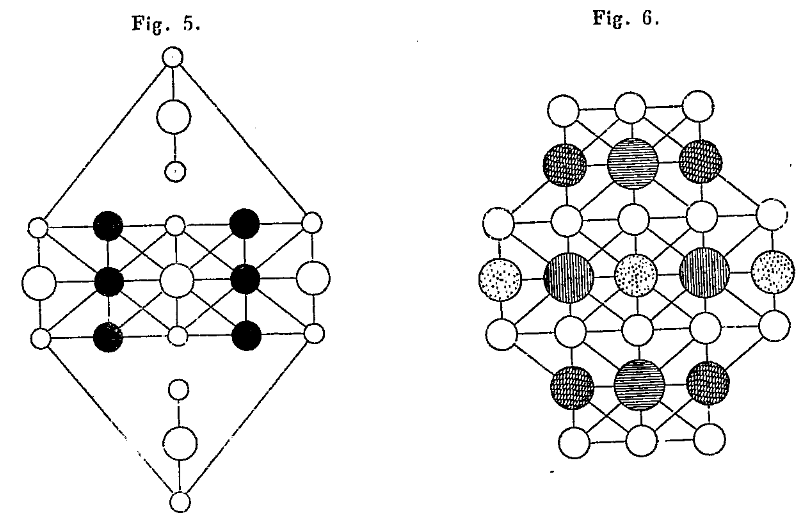
Fig. 3. Fig. 4.



deux coupes AA de l'épidote et les quatre coupes AA du grenat, donnent invariablement la tranche *fig.* 6, qui est un modèle de symétrie, et me semble une confirmation éclatante de la vérité de ma théorie.

» Dans l'épidote, les quantités respectives d'oxygène pour les monoxydes, les sesquioxydes, et la silice étant :: 1 : 2 : 3, ces quantités sont nécessairement 6, 12 et 18, pour avoir un nombre entier de molécules d'alumine, ou autre sesquioxyde, soit 9 molécules de silice, etc.

» Quant au grenat, on a toujours pensé que l'oxygène de la silice y était en nombre égal à celui des atomes d'oxygène des monoxydes et des sesquioxydes réunis, et que l'oxygène des sesquioxydes était égal à l'oxygène des



monoxydes. En observant cette règle avec rigueur, la molécule de grenat serait composée de 1 molécule d'alumine, de 3 molécules de monoxyde et de 3 molécules de silice : ce qui ne peut former qu'un solide triangulaire élément du rhomboèdre.

» Cette conclusion me semblait assez bizarre, et pendant plus de vingt ans, je n'ai cessé d'en poursuivre une autre ; du jour où j'ai construit la molécule de l'épidote qui a pour axe central principal une pile à 7 atomes composée de 1 molécule de silice réunie à 2 molécules de monoxyde, analogue, mais différente des piles à 7 atomes d'aluminate de monoxyde, *la molécule du grenat était enfin découverte*, et reconnue composée de 13 molécules de silice, 4 molécules d'alumine et 14 molécules de monoxyde, soit de 26 atomes d'oxygène pour la silice, comme dans les sesquioxydes et les monoxydes réunis, mais l'oxygène des sesquioxydes y étant à celui des monoxydes :: 12 : 14, et non partagé également entre eux.

» Si nous nommons *table d'une molécule* la portion composée de son réseau central et de ses deux réseaux parallèles péricentriques, ayant par conséquent pour épaisseur deux distances d'atome, nous reconnaîtrons que dans les *fig.* 7 et 8 qui sont les tables de l'épidote et du grenat, il y a respectivement 9 et 13 molécules de silice, en place de 9 et 13 molécules d'eau dans les *fig.* 1 et 2 qui représentent les tables du sucre de canne et du sucre de raisin.

» Le type quadrangulaire *cruciforme* du sucre de raisin et du grenat est de tous le plus répandu dans le règne minéral et dans le règne organique ; il se rencontre presque toujours dans les molécules du système cubique comme l'alun, les chlorures doubles à base de platine du règne organique, etc.

Fig. 7.

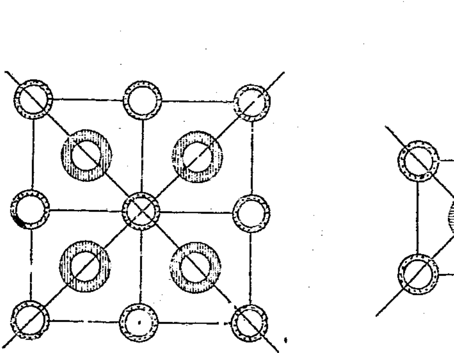
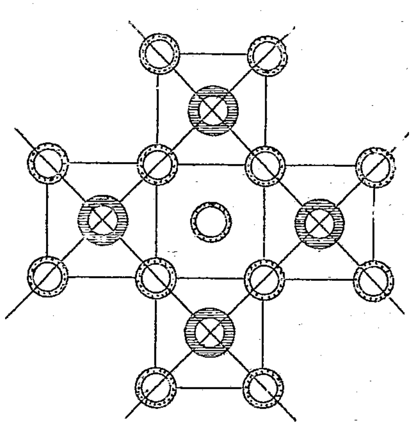


Fig. 8.



» Après mûre réflexion, en considérant qu'il existe réellement des pyroxènes exempts d'alumine ou autre sesquioxyde, je reconnais qu'il n'y a que le type du grenat qui puisse représenter le mieux sa formule élémentaire MO,SiO^2 (1), comme celles de l'amphibole, de la wollastonite, de la sarcolite, etc, de sorte qu'il existe déjà, à ma connaissance, cinq formes cristallines répondant à cette molécule de 87 atomes, le dodécaèdre rhomboïdal (grenat), le prisme carré (sarcolite), et les prismes rhomboïdaux obliques de 124 degrés (amphibole), de 87 degrés (pyroxène), de 95 degrés (wollastonite) et de 113 degrés (sphène). »

PATHOLOGIE. — *Application de l'acide phénique au traitement des fièvres intermittentes.* Note de **M. F.-C. Calvert**, présentée par M. Chevreul. (Extrait.)

« J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie une application nouvelle que l'acide phénique vient de recevoir à l'île Maurice, sous la direction

(1) Dans le type du grenat il existe, comme le montrent les figures, 9 axes à 7 atomes, dont 5 au centre sont à noyau de silice ; tandis que dans le pyroxène et la wollastonite, ces 9 axes sont identiques, en donnant pour l'ensemble 18 atomes d'oxygène pour les monoxydes et 34 pour la silice.

du Dr Barraut, Inspecteur général de l'état sanitaire de cette île, assisté par M. le Dr Jessier, médecin de l'hôpital Naynien.

» Déjà, aux mois de décembre 1867 et janvier 1868, une variété de fièvre typhoïde s'était déclarée dans un petit village (Jerling) du comté d'Essex, et, pendant ces deux mois, sur une population de 900 habitants, 300 furent attaqués par la fièvre et 41 succombèrent. Cet état de choses appela l'attention du Secrétaire d'État de l'Intérieur, et il ordonna qu'on eût à employer l'acide phénique pour désinfecter les égouts, fosses d'aisances, etc., et qu'on aspergeât chaque jour, avec une dissolution faible, les cours, passages, etc. Après quelques jours de ce traitement la fièvre disparut, et, trois mois après, dans un Rapport fait par M. le Dr Gower, il était constaté qu'à partir du 17 février, jour où l'on avait commencé à employer l'acide phénique, jusqu'au 1er avril, il n'y avait eu que deux décès causés par la fièvre, et cela durant la première quinzaine qui suivit l'application de l'acide phénique. Cette expérience détermina le duc de Buckingham à faire expédier à l'île Maurice, où une fièvre épidémique exerçait des ravages affreux, surtout parmi la population indigène, une certaine quantité d'acide phénique pour servir à la médecine et à la désinfection.

» On a bien voulu me communiquer une copie du Rapport, et j'en extrais les faits suivants:

« Dans le port de Saint-Louis, dit M. Barraut, j'ai constaté la valeur de » l'acide phénique dans plus de vingt cas de fièvre intermittente avec con- » gestion de la rate. Dans tous ces cas, la fièvre était véritablement paroxyn- » tique et de divers types, quotidiens, tierces, quartes; un grain ou 0gr,070 » d'acide phénique pur, dissous dans une once d'eau à laquelle on avait » ajouté un peu d'eau-de-vie, fut la dose administrée trois fois par jour » aux malades atteints par l'épidémie. Cette dose arrêta complétement les » paroxysmes, et, autant que j'ai pu l'observer, les rechutes étaient moins » nombreuses qu'avec le sulfate de quinine. En fait, dans les cas soumis » à mon observation personnelle, la fièvre qui, traitée par les moyens or- » dinaires, reparaissait toutes les semaines, sous l'influence de l'acide phé- » nique n'avait pas reparu pendant trois à quatre mois. C'est principale- » ment dans les cas d'attaque précédée de vomissements violents que j'ai » observé l'action magique de l'acide phénique pour arrêter ces pénibles » symptômes, tout en diminuant d'une manière remarquable la durée de » l'attaque. »

» Le Dr Jessier applique l'acide phénique d'une manière tout à fait nouvelle, et il a obtenu un grand nombre de guérisons rapides dont je ne citerai

qu'un seul cas. Après avoir administré, le 7 juin, à un créole atteint de la fièvre intermittente, pendant sept jours, des doses de quinine, la fièvre fut arrêtée, mais elle reparut le 1[er] juillet, et malgré la répétition du traitement avec addition de sels de fer et d'extrait de cassia, on n'obtint aucun bon résultat. Alors ce médecin imagina d'injecter sous la peau $\frac{3}{4}$ de grain d'acide pur, dissous dans vingt gouttes d'eau, et la fièvre disparut. Une seconde injection, faite par mesure de précaution, fut opérée le 12 du même mois, et la fièvre n'a pas reparu. Vingt-sept malades soumis au même traitement ont obtenu les mêmes heureux effets.

» Les D[rs] Barraut et Jessier considèrent que les résultats obtenus avec l'acide phénique démontrent que les fièvres intermittentes sont dues à la présence dans le sang de ferments microscopiques, végétaux ou animaux, semblables à ceux qui ont été découverts par M. Pasteur. »

CHIMIE. — *Recherches sur les alliages de cuivre et d'étain. Observations relatives à une communication précédente de* M. Riche; par **MM. R. Johnson** et **F.-C. Calvert**, présentées par M. Chevreul.

« J'aurais eu l'honneur d'adresser plus tôt à l'Académie, au nom de M. Richard Johnson et au mien, quelques remarques au sujet de l'excellent travail de M. Riche qui a paru dans les *Comptes rendus* (1868, t. LXVII, p. 1138). Mais, étant éloigné de Paris, les numéros de ce Recueil ne m'arrivent souvent que quelques semaines après leur date. J'espère que l'Académie voudra bien néanmoins prendre ces remarques en considération.

» M. Riche, dans son Mémoire sur la densité des alliages, appelle l'attention de l'Académie sur un fait qu'il croit nouveau : « Le tableau ci-joint montre un fait nouveau, c'est que la contraction croît d'une façon régulière depuis les alliages très-riches en étain jusqu'à l'alliage $SnCu^2$, et qu'à ce point elle augmente subitement pour atteindre un maximum lorsque l'étain et le cuivre sont unis dans le rapport de 1 : 3. A partir de cet alliage la densité diminue, puis reprend une marche ascendante à peu près régulière; mais la densité des alliages les plus riches en cuivre reste inférieure à celle de l'alliage $SnCu^3$, qui ne renferme que 62 pour 100 de cuivre, etc. »

» Ces faits généraux que présentent les alliages de bronze ont été publiés dans le *Philosophical Magazine* du mois de novembre 1859, et à Paris une traduction de ce même travail a paru dans le *Moniteur scientifique* du D[r] Quesneville, année 1862. Quoique nos chiffres ne soient pas identiques à ceux de M. Riche, ce qui, sans doute, tient à l'état différent des métaux,

les résultats généraux restent les mêmes. Notre but n'est pas d'amoindrir la valeur du travail de M. Riche, qui, probablement, ne connaissait pas nos recherches.

» M. R. Johnson et moi, tout en croyant nous devoir à nous-mêmes de faire cette réclamation, sommes heureux de voir, qu'après dix ans, les faits que nous avons observés reçoivent pleine confirmation entre les mains d'un chimiste aussi habile que M. Riche. »

PHYSIOLOGIE. — *Recherches sur la septicémie et sur les caractères qui la distinguent de la maladie charbonneuse; par* **M. C. Davaine.**

« L'introduction dans l'économie animale de matières putréfiées produit des phénomènes pathologiques qu'on a désignés sous le nom de *septicémie*. Pendant longtemps, la maladie charbonneuse a été confondue avec la septicémie. Les travaux que j'ai communiqués à plusieurs reprises à l'Académie ont eu en partie pour but de distinguer ces deux états pathologiques. J'ai poursuivi mes recherches sur ce sujet, et je me proposais de les publier prochainement dans leur ensemble; mais la lecture de M. Bouley, sur la maladie appelée *mal des montagnes*, m'engage à communiquer dès aujourd'hui une partie des résultats que j'ai obtenus.

» Du sang du cœur d'un bœuf, exempt de maladie, fut pris à la boucherie, le 22 juillet 1868, et conservé dans un flacon pour servir à des expériences successives, la température atmosphérique étant alors de + 28 degrés centigrades à + 32 degrés centigrades. Les animaux soumis à l'expérimentation furent des lapins et des cobayes. Le sang a été injecté dans l'épaisseur de la paroi abdominale au moyen de la seringue de Pravaz, et la quantité en a toujours été exactement déterminée.

» Le 24 juillet, quatre gouttes de sang devenu très-fétide sont inoculées à un cobaye par le moyen indiqué; le 25, un autre cobaye reçoit deux gouttes du même sang et un autre une seule goutte. Le 30 juillet, le 7 et le 31 août, trois autres cobayes reçoivent chacun une goutte du même sang conservé liquide. Tous ces cobayes sont morts avec des phénomènes pathologiques du même genre, dans un espace de temps variable entre quatorze et trente-deux heures. Des expériences semblables, répétées sur des cobayes et sur des lapins avec du sang provenant de deux autres bœufs, donnèrent les mêmes résultats.

» La maladie que détermine l'inoculation du sang putréfié est-elle contagieuse? M. Raimbert, de Châteaudun, dans son excellent *Traité de la*

pustule maligne, a donné un certain nombre d'expériences qui viennent à l'appui de cette opinion. Plus récemment, MM. Coze et Feltz, d'après un grand nombre de faits, l'ont affirmée positivement. Il importait de vérifier ces faits.

» Un cobaye étant mort à la suite de l'injection d'une goutte de sang de bœuf putréfié, le 26 juillet 1868, deux gouttes de son sang, prises dans le cœur aussitôt après la mort, furent injectées dans l'épaisseur de la paroi abdominale d'un autre cobaye; celui-ci mourut au bout de vingt-sept heures. Une demi-heure après la mort, deux gouttes du sang du cœur sont injectées à un autre cobaye, qui meurt au bout de vingt-deux heures. Trois autres cobayes sont encore inoculés successivement les uns des autres avec des résultats semblables.

» Il ne peut donc exister de doute sur la virulence de la maladie contractée par le cobaye ou le lapin à la suite de l'inoculation du sang putréfié liquide.

» Un examen superficiel des phénomènes de cette maladie contagieuse peut la faire confondre avec le charbon; comme le charbon, elle se communique par l'inoculation du sang liquide, et, comme lui, elle est rapidement mortelle; mais une étude attentive de toutes les conditions de cette maladie montre qu'elle diffère du charbon par un grand nombre de points:

» 1° S'il existe des bactéries dans le sang des animaux morts de septicémie, ces filaments sont doués de mouvements spontanés, tandis que chez les animaux atteints ou morts de maladie charbonneuse, les filaments que l'on rencontre dans le sang ou dans les organes sont constamment immobiles: différence importante qui m'a engagé à ne point conserver à ces filaments le nom de *bactéries*.

» 2° Chez les animaux morts de septicémie, le sang placé sous le microscope garde ses caractères normaux; les corpuscules se dispersent et se répartissent uniformément dans tout le champ; mais chez les animaux morts du charbon, les corpuscules, sanguins, devenus agglutinatifs, forment des îlots qui laissent entre eux des espaces clairs, occupés exclusivement par le sérum. J'ai constaté cet aspect caractéristique du sang charbonneux chez l'homme, le mouton, le lapin, le cobaye, le rat; chez le cobaye surtout, il est extrêmement remarquable, et de cette apparence seule, on peut conclure à la septicémie ou au charbon.

» 3° La rate, dans la septicémie, ne subit point de changement notable; dans le charbon, elle est toujours plus volumineuse qu'à l'état normal. Dans le courant de l'été dernier, j'ai pesé la rate de sept cobayes morts de septicémie

et de onze cobayes morts du charbon. Voici les résultats obtenus (je range les animaux par ordre d'âge ou de taille):

» Cobayes morts de septicémie : $0^{gr},30$; $0^{gr},40$; $0^{gr},40$; $0^{gr},60$; $0^{gr},80$; $0^{gr},70$; $0^{gr},80$.

» Cobayes morts du charbon : $0^{gr},30$; $0^{gr},70$; 1 gramme; $1^{gr},15$; 1 gramme; 1 gramme; $2^{gr},40$; $2^{gr},25$; $2^{gr},60$; $2^{gr},25$; $3^{gr},70$.

» Ainsi, dans la septicémie, la rate d'aucun cobaye n'a atteint le poids de 1 gramme; dans le charbon ce poids a presque toujours été atteint ou dépassé.

» 4° Le sang putréfié ou celui de la septicémie, après avoir été desséché, étant introduit sous la peau en certaine quantité, ne donne point lieu au développement d'une maladie générale; il n'en est pas de même pour le sang charbonneux, qui, convenablement desséché et introduit sous la peau en quantité extrêmement petite, développe la maladie charbonneuse. Dans une prochaine communication, j'établirai ce fait sur des preuves irrécusables.

» 5° La chair et les viscères d'un animal mort de septicémie peuvent être impunément ingérés dans le canal intestinal d'un lapin ou d'un cobaye; il en est autrement lorsque l'animal est mort du charbon. Dans la séance du 22 août 1864, j'ai communiqué à l'Académie sur ce sujet des expériences dont je vais rappeler les résultats : sur huit lapins ou cobayes qui avalèrent chacun 3 grammes de foie putréfié, un seul mourut, et l'autopsie montra qu'il était atteint de pneumonie. Sur six lapins ou cobayes qui avalèrent chacun 5 grammes de foie frais, mais provenant d'animaux charbonneux, cinq moururent avec tous les phénomènes du charbon, un seul survécut. J'ai répété ces expériences l'automne dernier, avec des résultats semblables.

» 6° La pustule maligne est l'une des formes de la maladie charbonneuse : en introduisant du sang charbonneux en quantité très-petite sous l'épiderme soulevé par une légère cautérisation, j'ai déterminé cette maladie chez le cobaye. L'introduction, sous l'épiderme, de sang putréfié ne donne jamais lieu au développement de la pustule maligne ou d'une lésion analogue. Au reste, s'il en était autrement, on verrait fréquemment la pustule maligne chez les gens qui, par profession, manient des viandes faisandées ou des chairs putréfiées, par exemple, chez les cuisiniers et chez les élèves en médecine; or, il n'en est rien.

» Il résulte de tous ces faits, que l'introduction de sang putréfié dans l'économie de certains animaux donne lieu à une maladie mortelle, et que

cette maladie est contagieuse par l'inoculation du sang liquide; mais cette maladie se distingue du charbon par des caractères nombreux et très-précis. »

PALÉOETHNOLOGIE. — *Sur la découverte de silex taillés, dans le sud de l'Algérie.* Lettre de **M. Richard.**

« Dans la séance du 25 mai dernier, en présentant à l'Académie des silex taillés, j'eus l'honneur d'émettre cette idée que : « Les ateliers d'instru- » ments préhistoriques sont toujours dans le voisinage de sources ancien- » nement connues ».

» Or, au mois de novembre dernier, en compagnie de M. de Sonis, et de Mgr Suchet, j'ai visité, pour des recherches de sources, les hauts plateaux du sud de l'Algérie et le commencement du désert ; en approchant de l'oasis d'*Aïn-el-Assafia* (nom qui signifie *source limpide*), je dis à mes compagnons de route : « Si le désert a été habité avant les temps histori- » ques, c'est près des sources que nous trouverons des traces de l'homme » primitif dans l'existence d'instruments en silex ». En effet, près de cette oasis, nous avons trouvé plus de soixante silex taillés. J'en ai recueilli ensuite près des sources d'Aïn-el-Ibel, à Mecta-el-Ouest, et près du caravansérail d'Aïn-Ouessera ; enfin dans ces derniers jours, j'en ai trouvé dans le voisinage du monastère de la Trappe de Staouëli.

» Tous ces ateliers sont près de *sources connues*. Ces instruments, dont j'envoie avec cette Lettre quelques échantillons, sont des couteaux, des grattoirs, des scies, des pointes de flèche, et quelques marteaux, etc. Les pièces sont petites, mais très-*fines*. Il me semble qu'elles ont des formes particulières que je laisse apprécier.

» Les silex sont de la nature de ceux que renferment les montagnes crayeuses des hauts plateaux, surtout près de Laghouat. Ce sont les premiers silex taillés qui aient été trouvés dans le sud de l'Algérie et dans le désert. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur les Échinides fossiles recueillis par* M. L. Lartet *en Syrie, pendant son voyage avec le* duc de Luynes. Note de **M. Cotteau,** présentée par M. de Verneuil.

« M. L. Lartet a recueilli, pendant son voyage avec le duc de Luynes dans les régions qui avoisinent la mer Morte, un certain nombre d'Échinides fossiles qu'il a bien voulu me communiquer. Le grand ouvrage où

seront prochainement publiées les recherches du duc de Luynes sur ces contrées, ainsi que celles de ses compagnons de voyage, comprendra la description de ces Échinides. Dès à présent, je crois devoir signaler l'intérêt que nous offrent les espèces rencontrées par M. Lartet. Celles que j'ai pu déterminer sont au nombre de douze.

» Une seule espèce, *Collyrites bicordata*, Des Moulins, est jurassique : M. Lartet l'a recueillie dans une couche particulière, au château de Banias, dans l'Antiliban. Cet oursin est abondant en Europe et caractérise les assises supérieures de l'étage oxfordien.

» Onze espèces appartiennent au terrain crétacé, et, bien qu'elles proviennent de localités diverses, elles paraissent occuper à peu près le même horizon stratigraphique. Sur ces onze espèces, sept ont déjà été indiquées dans d'autres pays et fournissent, par cela même, un point de repère fort utile pour déterminer, dans la série crétacée, la place des couches qui les renferment.

» Ces espèces déjà connues sont :

Hemiaster Fourneli, Deshayes;
Hemiaster Orbignyanus, Desor;
Holectypus serialis, Deshayes;
Holectypus excisus (Agassiz), Cotteau;
Heterodiadema Libycum (Desor), Cotteau;
Cyphosoma Delamarrei, Deshayes;
Goniopygus Brossardi, Coquand.

» Toutes ces espèces, à l'exception peut-être de l'*Holectypus serialis*, dont le gisement, soit en France, soit en Algérie, ne me paraît pas encore fixé d'une manière bien positive, sont propres à ces couches crétacées, intermédiaires entre le gault et la craie proprement dite, désignées pendant longtemps sous le nom de *grès verts*, et auxquelles d'Orbigny a donné le nom d'*étage cénomanien*. Quelques-unes de ces espèces, *Hemiaster Fourneli*, *Heterodiadema Libycum*, *Cyphosoma Delamarrei*, sont très-communes dans certaines localités d'Algérie. N'est-il pas curieux de les retrouver associées et également très-abondantes à une aussi grande distance?

» Une de ces espèces, *Heterodiadema Libycum*, si remarquable par l'ensemble de ses caractères et notamment par la forme étrange de son appareil apicial, qui pénètre profondément au milieu de l'aire interambulacraire postérieure, occupe, à l'époque cénomanienne, un très-vaste horizon; elle est fréquente à Batna, à Tebessa, à Bousaada, au col de Sfa, en Algérie.

M. Dastugue l'a rencontrée aux environs de l'oasis de Mogra-Tahtania, sur le bord du désert de Sahara; M. Desor la mentionne en Égypte; je l'ai recueillie moi-même en France, près des Martigues (Bouches-du-Rhône), dans les calcaires de la Gueule-d'Enfer, au-dessous de la zone à *Caprina adversa*. La découverte de l'*Heterodiadema Libycum* en Syrie vient accroître encore l'extension géographique de cette espèce, qui existait à la même époque en Europe, en Afrique et en Asie.

» Quatre espèces m'ont paru nouvelles : deux font partie du genre *Hemiaster* (*Hem. Luynesi* et *Vignesi*); la troisième est un *Nucleolites* très-voisin du *Nucl. similis* de l'étage cénomanien d'Europe, mais qui en diffère par la forme de son périprocte plus rapproché du bord postérieur (*Nucl. Luynesi*); la quatrième appartient au genre *Holectypus* (*Hol. Larteti*) et ne saurait être confondue avec aucune des espèces que nous connaissons. En Europe et en Algérie surtout, ces genres sont représentés, à l'époque cénomanienne, par un grand nombre d'espèces. Leur présence dans les couches observées par M. Lartet est une raison de plus qui m'engage à rapporter ces mêmes couches à l'étage cénomanien. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Note sur l'utilisation de l'alun de chrome; par* **M. F. Jean.** (Extrait.)

« La fabrication du violet et du vert d'aniline, celle de l'acide valérianique, donnent d'abondants résidus d'alun de chrome. Ces résidus, ne pouvant être utilisés comme mordants, parce qu'ils ont été calcinés et qu'ils sont devenus insolubles dans l'eau, ne trouvent pas de débouchés suffisants; ils augmentent donc considérablement le prix de revient des produits préparés par le bichromate de potasse.

» En cherchant à tirer parti de ces résidus, j'ai reconnu que, si l'on porte à une température rouge de l'alun de chrome, préalablement mélangé à trois équivalents de carbone, la décomposition a lieu comme il suit :

$$SO^3 KO, 3SO^3 Cr^2 O^3 + 3C = 3SO^2 + SO^3 KO + Cr^2 O^3 + 3CO.$$

» D'autre part, si l'on décompose l'alun de chrome avec sept équivalents de carbone, le dégagement de l'acide sulfureux est moindre que dans le premier cas, et que la masse reprise par l'eau cède du sulfure de potassium et de l'hyposulfite de potasse; enfin, le sesquioxyde de chrome obtenu dans ces conditions doit être séparé, par un lavage à l'eau acidulée, d'une certaine quantité de sulfure de chrome $Cr^3 S^3$ qui s'est formé au contact du sulfure de potassium.

» J'estime qu'il est préférable d'opérer la décomposition de l'alun avec trois équivalents de carbone au lieu de sept, parce que la décomposition est plus rapide et plus nette.

» Le traitement industriel de l'alun de chrome consiste donc simplement à pulvériser et à mélanger l'alun avec le carbone, puis à le décomposer au rouge dans une cornue de terre réfractaire. L'acide sulfureux passe dans une série de flacons bitubulés renfermant, soit de l'eau distillée, soit du carbonate de soude, soit un polysulfure de sodium. La décomposition est terminée lorsqu'il ne se dégage plus d'acide sulfureux.

» On retire alors l'obturateur de la cornue, et l'on fait tomber la masse, composée de sulfate de potasse et de sesquioxyde de chrome, dans une chaudière de fonte; on ajoute de l'eau et l'on porte à l'ébullition pour dissoudre le sulfate de potasse, qui sera ensuite séparé par cristallisation. Le sesquioxyde de chrome est alors mis à égoutter sur des toiles, puis calciné pour enlever l'eau qu'il retenait. On peut facilement obtenir cet oxyde chimiquement pur, en le lavant avec une solution bouillante et peu concentrée de carbonate de soude : on enlève ainsi des traces d'acide sulfurique qui avaient échappé à l'action de l'eau pure.

» Le sesquioxyde de chrome obtenu par ce procédé est d'une nuance verte trop terne pour trouver un emploi pour la peinture ou l'impression des tissus et des papiers; mais, en raison de sa pureté et de la facilité de son traitement, il convient parfaitement à la fabrication du bichromate de potasse. »

« **M. Bouley** croit devoir se faire l'interprète d'une revendication de priorité qui lui a été adressée à l'occasion de la communication qu'il a faite à l'Académie, sur les propriétés curatives de l'acide phénique. Le 4 janvier 1865, M. le Dr Déclat a envoyé à l'Académie un Mémoire manuscrit sur les *applications* de cet acide en médecine et en chirurgie. Dans ce Mémoire, imprimé depuis, se trouve le récit d'un cas de guérison de la *pustule maligne* par l'administration de l'acide phénique, *intus* et *extra*. M. Bouley a vérifié le fait et se fait un devoir de le rapporter. »

M. de Jonquières adresse une rectification relative à une Note récemment soumise par lui à l'Académie, sur les réseaux de courbes, Note dans laquelle il s'appuyait sur un théorème de *M. Cayley* dont il avait eu connaissance indirectement. Depuis lors, il a trouvé dans le Mémoire qu'il a pu se procurer non-seulement le théorème dont il s'agit, mais encore

celui auquel il était lui-même parvenu, et dont la priorité doit être attribuée à M. Cayley.

M. F.-C. **Aguilar** adresse, par l'intermédiaire du ministère des Affaires étrangères, un Mémoire imprimé en espagnol sur les oscillations de l'aiguille aimantée à Quito, dans leurs rapports avec les tremblements de terre.

Cette brochure sera soumise à l'examen de M. Boussingault pour en faire, s'il y a lieu, l'objet d'un Rapport verbal.

M. L. **de Martin** adresse la description d'un appareil destiné à la fabrication des vins à l'abri du contact de l'air et à sa conservation rationnelle, appareil auquel il donne le nom de « moniteur de coulage ».

M. **Pierre** adresse une observation concernant la formation vicieuse, selon lui, du mot *télégramme* : le mot ainsi écrit semble dériver de γραμμα *gramme*, ce qui n'a aucun sens; il dérive évidemment de γραμμη *ligne*, et devrait dès lors être remplacé, dit-il, par le mot *télégrammé*.

M. **Porge** écrit de Brest pour demander quelques renseignements au sujet du concours au prix de quarante mille francs sur la meilleure application de l'électricité. On fera savoir à l'auteur que ce concours a été jugé, jusqu'ici, par une Commission nommée par le Ministre de l'Instruction publique, qui peut seul fournir des renseignements sur les époques de ces concours et les conditions à remplir.

A 5 heures, l'Académie se forme en comité secret.

La séance est levée à 6 heures un quart. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 11 janvier 1869, les ouvrages dont les titres suivent :

Sur une méthode nouvelle proposée par M. de Littrow pour déterminer en mer l'heure et la longitude; par M. H. Faye. Vienne, 1864; br. in-8°.

Sur une nouvelle méthode pour déterminer en mer l'heure et la longitude par

les différences de hauteurs circumméridiennes; par M. Ch. DE LITTROW. Vienne, 1868; br. in-8°. (Présenté par M. Faye.)

Les Jardins botaniques de l'Angleterre comparés à ceux de la France; par M. Ch. MARTINS. Paris, 1868; br. in-8°. (Extrait de la *Revue des Deux Mondes.*)

Note sur la fondation de l'ancien port de Cherbourg, rédigée d'après les documents conservés au Dépôt des fortifications et à la Mairie de cette ville. Paris, 1868; br. in-8°. (Extrait de la *Revue maritime et coloniale.*)

Mémoires inédits sur la milice des Romains et celle des Français, de Jean-Anténor Hüe de Caligny, précédés d'une Notice historique sur l'auteur et sur le corps français du génie; par M. A. RIPA DE MEANA. Turin, 1868; in-8°.

Le son; par John TYNDALL : *Cours expérimental fait à l'Institution royale;* traduit de l'anglais par M. l'abbé MOIGNO. Paris, 1869; in-8°. (Présenté par M. Jamin.)

Deuxième série d'études sur les causes du crétinisme et du goître endémique; par M. le Dr J. SAINT-LAGER. Lyon, 1868; in-8°.

Société médicale d'Amiens. Bulletin des travaux, années 1865-1866-1867, 5e, 6e et 7e années. Amiens, 1868; 2 vol. in-8°.

Constitution des doigts du cheval; par M. LAVOCAT. Toulouse, 1868; br. in-8°.

L'année scientifique et industrielle. 13e année (1868); *par* M. L. FIGUIER. Paris, 1869; 1 vol. in-12.

Address... *Discours prononcé à la réunion annuelle de la Société Géologique de Londres, le 1er février 1868; précédé de l'annonce du prix* (médaille Wollaston) *décerné à M. Bosquet pour ses recherches sur les terrains tertiaires et crétacés de la Hollande et de la Belgique; par* le Président M. W. SMYTH. (Présenté par M. Ch. Sainte-Claire Deville.)

Mittleve... *Température moyenne de Cracovie, d'après quarante années d'observation* (1826 *à* 1865); *par* M. Fr. KARLINSKI. Vienne, 1868; in-4°. (Présenté par M. Ch. Sainte-Claire Deville.)

Experimentelle... *Recherches expérimentales sur la transmission de la tuberculose des animaux; par* M. J. COHNHEIM. Berlin, sans date; br. in-8°.

Diarrhöe... *Diarrhée et choléra; par* M. H. HUBERWALD. Munich, 1869; br. in-8°. (Renvoi à la Commission du prix Bréant, 1869.)

Flora europæa Algarum aquæ dulcis et submarinæ; auctore Ludovico RABENHORST. Lipsiæ, 1864-1868; in-8°. (Adressé au concours Desmazières, 1869.)

L'Académie a reçu, dans la séance du 18 janvier 1869, les ouvrages dont les titres suivent :

Théorie mécanique de la chaleur; par E. VERDET, publiée par MM. PRUDHON et VIOLLE, t. Ier. Paris, 1869; in-8° avec figures. (Présenté par M. H. Sainte-Claire Deville.)

Notes paléontologiques; par M. Eug. DESLONGCHAMPS, 5e article, contenant : XI. — *Prodrome des Téléosauriens du Calvados.* Caen et Paris, 1867; in-8°.

Sadi Carnot. — Notice biographique; par le Comte DE SAINT-ROBERT. Turin, 1868; br. in-8°. (Présenté par M. Chasles.)

Intorno... *Notice sur la distribution du calorique dans l'atmosphère italienne;* par M. le professeur ZANTEDESCHI. Sans lieu ni date; br. in-8°.

Sulla... *Sur la maladie des vers à soie annoncée par les corpuscules vibrants; Lettre du* professeur A. TIGRI. Sienne, 1868; opuscule in-8°. (Renvoyé à l'examen de la Commission de Sériciculture.)

Hand-Book... *Manuel des produits économiques du Pendjab, avec un index combiné et un glossaire des termes techniques dans la langue commune,* t. Ier : *Produits économiques bruts,* ouvrage préparé par ordre du Gouvernement; *par* M. B.-H. POWELL, appartenant au service civil anglais dans le Bengale. Roorkee, 1868; in8° relié.

L'Académie a reçu, dans la séance du 25 janvier 1869, les ouvrages dont les titres suivent :

Les Annélides Chétopodes du golfe de Naples; par M. Ed. CLAPARÈDE. Genève et Bâle, 1868; in-4° avec planches. (Présenté par M. de Quatrefages.)

Traité des maladies des régions intertropicales; par M. O. SAINT-VEL. Paris, 1868; in-8°. (Adressé par l'auteur au concours des prix de Médecine et Chirurgie, 1869.)

Théorie élémentaire des quantités complexes; par M. J. HOÜEL : 1re partie, *Algèbre des quantités complexes;* 2e partie, *Théorie des fonctions uniformes.* Paris, 1867-1868; 2 vol. in-8°. (Présenté par M. d'Abbadie.)

Du collodion riciné appliqué en badigeon sur toute la surface du ventre, considéré comme agent de calorification générale; par M. A. DROUET. Paris, 1869; br. in-8°. (Présenté par M. Robin.)

Adansonia. — Recueil périodique d'observations botaniques, rédigé par

M. H. BAILLON, t. VIII. Paris, 1867-1868; in-8° avec planches. (Présenté par M. Robin.)

Cours de sciences physiques et chimiques appliquées aux arts militaires; par M. C.-J. ÉMY. Metz et Paris, 1851; in-8°.

Traité de la lithothlibie, nouvelle méthode d'écrasement des calculs vésicaux; par M. J.-J. DENAMIEL. Paris, 1868; br. in-8°. (Présenté par M. Robin.)

De la curabilité constante de la suette dite miliaire, *ainsi que des affections qu'elle complique, par* M. GRESSER. Paris, 1867; in-8°. (Présenté par M. Robin.)

Les petites chroniques de la science; par M. S.-Henry BERTHOUD. Paris, 1869; in-12. (Présenté par M. Em. Blanchard.)

Histoire générale de l'Exposition universelle de 1867. — *France et puissances étrangères; par* M. P. AYMAR-BRESSION. Paris, 1868; grand in-8°.

Essai sur les décollements de l'épiphyse inférieure du radius; par M. E. PARENT. Paris, 1869; br. in-8°.

Abhandlungen... *Mémoires de la Société Senckenberg des Sciences naturelles*, t. I^{er}, 1re et 2^{e} livraisons; t. II, 1re et 2^{e} livraisons; t. III, 1re et 2^{e} livraisons; t. IV, 1re, 2^{e}, 3^{e}, 4^{e} livraisons; t. V, 1re, 2^{e}, 3^{e}, 4^{e} livraisons; t. VI, 1re, 2^{e}, 3^{e}, 4^{e} livraisons. Francfort, 1854 à 1867; 14 livraisons in-4° avec planches.

IV^{e} et V^{e} Annuaires de la Société géographique de Dresde. Dresde, 1868; in-8°.

Vierteljahrsschrift... *Comptes rendus trimestriels de la Société astronomique de Leipzig*, 3^{e} année, III^{e} partie, novembre 1868. Leipzig, 1868; in-8°.

Neue... *Nouvelle table pour la réduction des observations contenues dans l'histoire céleste française, supplément aux* Comptes rendus, 3^{e} année. Leipzig, 1868; in-8°.

Om... *L'intégration des équations différentielles qui conduisent à l'addition des fonctions elliptiques; par* M. A. STEEN. Copenhague, sans date; br. in-4°.

Oversigt... *Résumé du Bulletin de la Société royale danoise des Sciences*, 1867, n° 6; 1868, n° 1 et 2. Copenhague, 1867-1868; 2 br. in-8°.

Taschenbuch... *Manuel de Mathématiques, Physique, Géodésie et Astronomie; par* M. R. WOLF, 4^{e} édition. Zurich, 1869; in-12, avec figures.

Schweizerische... *Observations météorologiques de la Suisse, publiées par l'Établissement central météorologique de la Société des Naturalistes suisses, sous la direction de M. le professeur* R. WOLF, 1867; janvier et février 1868. Zurich, 1867 et 1868; 3 br. in-4°.

Le... *Les étoiles filantes de la période d'août observées en Piémont et dans d'autres contrées de l'Italie;* quatrième Mémoire du P. Francesco DENZA. Turin, 1868; in-12.

Intorno... *Note sur quelques formes des nombres premiers; par* M. GENOCCHI. Sans date; in-4°.

Teoria... *Théorie fondamentale des surfaces de courbes constantes; par* M. E. BELTRAMI. Milan, 1868; in-4°

Sulle... *Sur les surfaces gauches du quatrième degré; par* M. L. CREMONA. Milan, 1868; in-4°. (Présenté par M. Chasles.)

Resumen... *Résumé des observations météorologiques effectuées en la Péninsule, du* 1er *décembre* 1866 *au* 30 *novembre* 1867. Madrid, 1868; in-8° cartonné.

Observaciones... *Observations météorologiques effectuées en l'Observatoire royal de Madrid, du* 1er *décembre* 1866 *au* 30 *novembre* 1867. Madrid, 1868; in-8° cartonné.

Monumentos... *Monuments préhistoriques : Descriptions de quelques dolmens ou pierres du Portugal; par* M. F.-A. PEREIRA DA COSTA. Lisbonne, 1868; in-4° avec planches. (Présenté par M. de Verneuil.)

ERRATUM.

(Séance du 18 janvier 1869.)

Page 120, lignes 7 et 8, *au lieu de* ; et, avec deux bassins et une manœuvre plus compliquée on en réserverait théoriquement jusqu'aux trois quarts, *lisez* ; avec deux bassins on en réserverait la moitié, et, avec trois (toujours de la même superficie que le sas), les trois cinquièmes.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 1er FÉVRIER 1869.

PRÉSIDENCE DE M. CLAUDE BERNARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le Ministre de l'Instruction publique adresse à l'Académie la Lettre suivante :

« Monsieur le Président,

» Les astronomes se préoccupent du grand événement scientifique que signalera l'année 1874 : le passage de Vénus sur le disque du Soleil, que nos savants devront aller observer presque aux antipodes, à la Terre de Van Diemen, et chacun d'eux cherche déjà comment on pourra affranchir ces observations des causes d'erreur qui ont affecté, d'une façon si étrange, celles de 1769.

» Le Gouvernement, de son côté, n'oublie pas qu'il est tenu de préparer tous les moyens de rendre moins pénible et plus profitable pour la science le dévouement des savants qui voudront s'exposer aux fatigues d'une si lointaine traversée. L'heureuse issue des dernières expéditions envoyées aux Indes et dans la presqu'île de Malacca pour l'observation de l'éclipse totale du 18 août 1868, l'importance des résultats obtenus par nos astronomes qui ont vaillamment conquis à la France le premier rang dans cette

lutte pacifique, tout nous oblige à de grands efforts, et, par conséquent, aux longues études qui sont nécessaires pour en assurer le succès.

» Les difficultés qui se sont rencontrées dans les expéditions de 1769, l'expérience acquise dans les préparatifs précipités de celle de 1868 font, en effet, comprendre qu'il est indispensable de s'occuper, dès maintenant, des dispositions à prendre. D'ailleurs, les communications récemment faites à l'Académie sur ce sujet concluent toutes à l'emploi de puissants instruments, d'une perfection presque absolue au point de vue optique : je sais que la science française, grâce aux travaux de L. Foucault, est, aujourd'hui, en état de fournir de tels appareils, mais il faut du temps pour les construire et les éprouver.

» Je vous prie donc, Monsieur le Président, de vouloir bien soumettre à l'Académie les questions suivantes sur lesquelles le Gouvernement a besoin des lumières spéciales de ce Corps savant, pour décider les mesures administratives à prendre en vue des futures expéditions :

» 1° Quelles sont les stations dans lesquelles devront être envoyés les observateurs, et quel devra être le nombre de ces observateurs?

» 2° Quels sont les instruments dont ils devront être munis pour l'observation de Vénus et pour les autres recherches dont ils pourraient être chargés?

» 3° N'y a-t-il pas lieu d'utiliser la présence de ces astronomes sous des latitudes éloignées, pour leur demander des observations particulières, soit sur les positions des étoiles du ciel austral, soit sur l'étude physique des astres de cet hémisphère?

» 4° Y a-t-il convenance, suivant la proposition faite par MM. Wolf et André, dans leur communication à ce sujet, à inviter les astronomes étrangers à conférer avec les nôtres, pour établir, dans les différentes stations, un système uniforme d'observation.

» L'expédition astronomique pourrait aussi être utilisée en faveur des autres sciences. L'Empereur désire donner à cette expédition le caractère d'une longue campagne scientifique, pour toutes les questions dont l'étude peut se poursuivre à travers l'Océan et dans l'autre hémisphère.

» Veuillez, Monsieur le Président, informer l'Académie de ces intentions du Gouvernement impérial. Votre savante Compagnie peut seule donner aux recherches une direction utile et assurer, par ses instructions, le succès de cette grande entreprise. »

« **M. E. Laugier**, après la lecture de la Lettre de M. le Ministre de l'In-

struction publique, annonce à l'Académie que le Bureau des Longitudes s'est occupé, à diverses reprises, de l'observation du prochain passage de Vénus sur le Soleil. Le Bureau a examiné et discuté en dernier lieu quelles sont les stations où il devra envoyer des observateurs, et il a choisi, entre autres points dans lesquels l'entrée et la sortie seront toutes deux visibles : Pékin, Shang-Haï ou Yokohama dans l'hémisphère nord ; les îles Saint-Paul et Amsterdam dans l'hémisphère sud. La différence entre les durées totales du passage dans ces deux groupes sera de 23 minutes, d'après les calculs de M. Puiseux, Membre du Bureau; les observations qui y seraient faites pourraient donc se prêter très-bien à la détermination de la parallaxe du Soleil suivant la méthode de Halley.

» Au point de vue des entrées hâtives et tardives, le Bureau des Longitudes s'est occupé respectivement des îles Marquises et des îles Saint-Paul et Amsterdam; et des stations de Suez ou de Mascate et des îles Kerguelen, au point de vue des sorties tardives et hâtives.

» Pour comparer entre elles les observations du passage de Vénus, il est nécessaire, selon la méthode que l'on adopte, de connaître exactement les positions relatives des méridiens des diverses stations. Ceux de Yokohama, de Shang-Haï et de Mascate sont au nombre des méridiens fondamentaux dont M. le Ministre de la Marine fait déterminer en ce moment les positions, à la demande du Bureau des Longitudes, qui s'efforcera de faire comprendre dans ce grand travail les stations qui auront été définitivement adoptées. »

MÉCANIQUE. — *Compte rendu de la Méthode suivie par* feu Gambey *pour diviser le grand Cercle mural de l'Observatoire impérial de Paris;* par le **Baron A. Séguier**, son confrère, honoré de toute sa confiance et témoin de cette délicate opération. [Contenu d'un paquet cacheté déposé par M. le Baron Séguier le 22 août 1848, ouvert sur sa demande dans la séance du 25 janvier 1869, au moment où une Note lue par M. Le Verrier sur des observations d'étoiles faites par lui, à Paris, avec le Cercle de Gambey, faisait ressortir l'*irréprochable* mérite de cet instrument (1).]

« M. Gambey, bien convaincu des difficultés insurmontables que présentent l'exécution d'une denture uniforme autour d'un cercle et la confec-

(1) L'Académie a décidé que cette communication, bien que dépassant en étendue les limites réglementaires, serait insérée en entier au *Compte rendu*.

tion d'une vis tangente à pas réguliers, a pensé que le moyen le plus certain d'obtenir, avec les éléments imparfaits, des résultats d'une rigoureuse exactitude était d'étudier avec soin leurs irrégularités et de les compenser par des quantités d'un ordre inverse. Telle est la base de la méthode de division par laquelle il est parvenu à tracer sur le limbe du plus grand cercle astronomique une graduation d'une précision inconnue avant lui.

» Pour procéder à une division quelconque, il importe de déterminer une unité fixe dont la répétition, un certain nombre de fois précis, sera le résultat cherché. Les cercles astronomiques sont divisés en degrés au nombre de trois cent soixante; les degrés principaux sont subdivisés en nombres plus ou moins grands suivant la dimension du cercle, de façon que les traits de la division vus au travers d'une forte loupe restent toujours distincts entre eux; l'emploi des verniers permet d'apprécier des quantités qui correspondent à $\frac{1}{500000}$ de mètre. Ces seules explications suffisent pour faire comprendre la nécessité de la fixation de la base.

» Nous allons nous efforcer de décrire fidèlement, sans figures, la Méthode suivie par M. Gambey pour diviser le grand Cercle de l'Observatoire. Il s'agissait de tracer sur son limbe de grande dimension une division dans laquelle l'habile artiste ne voulait laisser subsister aucune irrégularité.

» Sans nous étendre sur la construction du cercle en lui-même, ni rappeler les précautions prises pour soumettre toutes ses parties à une tension moléculaire uniforme, il nous suffit de dire que le cercle fut tourné tout monté sur son propre axe, dont les collets avaient été parfaitement rodés pour assurer la régularité de leur forme. Pendant la division, l'instrument fut installé et maintenu dans une position horizontale à l'aide d'un seul coussinet en forme de V placé à la partie supérieure de son axe; l'extrémité inférieure de cet axe avait aussi été façonnée en pointe pendant qu'il tournait sur ses collets bien rodés; un fort ressort de pression poussait constamment l'axe dans le coussinet en V. On comprend que, par suite de cette disposition, l'axe, debout sur sa pointe parfaitement centrée, ne frottait que par trois arêtes de cylindre; cette précaution était nécessaire pour le débarrasser des erreurs d'excentricité que l'inégalité des couches d'huile autour des axes amène dans les centres des instruments astronomiques.

» Quatre lourds blocs de pierre, également espacés entre eux, furent solidement scellés au pourtour de l'instrument à diviser, dans le sol d'un rez-de-chaussée sans cave, loin de l'ébranlement que causent les voitures par leur circulation sur le pavé des rues.

Ces quatre massifs de pierre servaient de support à quatre microscopes

munis de fils croisés et pourvus de lentilles achromatiques d'une forte puissance amplificative; ils furent installés sur des coulisses de façon à pouvoir être déplacés, au besoin, d'une certaine quantité mesurée et réglée par un mouvement micrométrique. C'est à l'aide de ces microscopes que M. Gambey a commencé par déterminer un premier diamètre passant par le centre de l'axe. En effet, en plaçant sur les bords du cercle deux repères mobiles et en déplaçant, tour à tour, les microscopes et les repères, il est arrivé à pouvoir faire faire au cercle un demi-tour, en retrouvant toujours les repères sous les fils croisés des microscopes.

» Cette vérification faite un grand nombre de fois, alors que toutes les parties du limbe étaient à une température uniforme, M. Gambey, par une seconde opération analogue, agissant avec les deux autres microscopes d'abord, puis avec les quatre à la fois, parvint à croiser un second diamètre passant également bien par le centre de l'axe, et rigoureusement à angle droit avec le premier, c'est-à-dire à diviser son cercle en quatre parties parfaitement égales. M. Gambey fut certain que l'opération était précise lorsqu'il put faire passer, tour à tour, ses quatre points cardinaux sous chaque microscope en constatant toujours une coïncidence parfaite entre les repères et les fils croisés des quatre microscopes à la fois.

» A l'aide de ces quatre microscopes devenus désormais invariables dans leur position, des repères intermédiaires furent rigoureusement espacés par tâtonnements successifs; et une partie importante de cette délicate opération fut ainsi accomplie, car les bases de toute la division se trouvaient dès lors invariablement posées. Ce travail préliminaire, pendant lequel la longue patience de l'opérateur a joué le rôle principal, se trouvant terminé, M. Gambey exécuta sur le bord du cercle même la denture dans laquelle il devait placer la vis tangente qui lui servirait à tracer son admirable division. Installant pour cela, sur l'un des blocs qui avait porté l'un des quatre microscopes, un appareil de hache à fendre, il fit dans le bord du cercle, vis-à-vis de chaque repère, une section à laquelle il eut le soin de donner une inclinaison égale au rampant du pas de la vis qui devait s'y appliquer.

» L'exactitude d'espacement des repères assurait la régularité des distances entre les incisions ou dentures creuses, il restait à subdiviser avec une vis-fraise les espaces intermédiaires. Cette opération pouvait-elle se faire avec une précision rigoureuse? M. Gambey ne l'espéra pas! Il ne fit aucune tentative pour l'obtenir, tant était grande sa foi dans l'efficacité de sa Méthode rectificative pour assurer le succès! Indiquons, néanmoins,

les ingénieux procédés suivis par lui pour compléter la denture du bord du cercle.

» L'espace à garnir d'incisions entre chacune des hachures pratiquées en face de chaque repère fut simplement apprécié par la juxtaposition d'une règle divisée, et sans plus de soin une vis dont l'écartement du pas correspondait à cet espace, autant que possible en nombres ronds, fut construite. Le premier pas de cette vis, convertie en fraise par les moyens ordinaires, fut inséré sous la pression d'un fort ressort dans la hachure pratiquée vis-à-vis du premier repère; en la faisant tourner, M. Gambey examina avec soin comment elle arrivait dans la hachure pratiquée vis-à-vis du repère suivant. Cette vis était fractionnée en deux tronçons susceptibles d'être écartés entre eux tout en conservant sur une même ligne une arête commune. M. Gambey se ménagea ainsi la possibilité de modifier en quelque sorte l'écartement du pas de sa vis, et se servit de ce stratagème pour faire arriver, par des fraisages successifs, sa vis le mieux possible dans la hachure voisine. Mais, pour ne pas additionner les petites erreurs inévitables encore de cette opération, il arrêtait l'action coupante de sa vis-fraise au moment où son dernier filet atteignait l'extrémité de l'espace compris entre chaque hachure, pour recommencer à engager le premier filet dans la hachure suivante. C'est ainsi que successivement toute la circonférence du grand Cercle de l'Observatoire a été dentée partie par partie. Cette opération presque toute machinale étant terminée, le travail de haute intelligence de notre regretté confrère dut commencer! Nous allons essayer d'exposer clairement toute l'ingéniosité de la méthode rectificative imaginée dans cette occasion solennelle par M. Gambey. Il s'agissait de rechercher les erreurs de la denture exécutées dans les conditions que nous venons d'indiquer; tant de précautions restaient encore insuffisantes pour obtenir cette perfection à laquelle visait le grand artiste si sévère pour ses propres œuvres!

» Par des séries d'observations consciencieuses, ces erreurs devaient être reconnues, appréciées numériquement; une Table devait en être dressée pour arriver plus tard, par ses nombres, à établir l'organe rectificateur chargé de les annihiler pendant le tracé de la division. Pour obtenir cet important résultat, M. Gambey engagea une vis tangente dans la denture du bord du cercle, pendant que les quatre premiers repères, marqués chacun d'un zéro, étaient en parfaite coïncidence avec les fils croisés de ses quatre microscopes; puis, faisant tourner lentement la vis, il tint compte fidèle du nombre de tours et fractions de tour qu'elle dut faire pour

amener successivement chaque repère sous les microscopes. Nous devons ajouter que, pour mieux apprécier les fractions de tour de la vis, M. Gambey avait muni son axe d'un plateau circulaire soigneusement divisé. En notant d'abord ses nombres de tours et de leurs fractions, il trouva la loi des erreurs totales contenues entre chaque repère.

» Cela ne suffisait pas pour arriver au résultat final, il fallait encore savoir comment cette somme d'erreurs se répartissait entre les dents comprises dans l'espace inscrit entre chaque repère. M. Gambey mobilisa alors le support portant la vis tangente, pour l'insérer successivement dans chaque dent, en s'assurant, à chaque insertion nouvelle, que les repères étaient toujours en parfaite coïncidence avec les fils des microscopes. Par cette transposition successive du point de départ ou du point d'arrivée dans chacune des dents comprises entre les repères, M. Gambey est parvenu à déterminer rigoureusement l'erreur de chacune d'elles. En faisant la somme de toutes ces erreurs individuelles, en la divisant par le nombre des dents contenues entre chaque repère, il a connu l'erreur moyenne de chaque dent; puis, en procédant par groupes de repères de deux en deux, de quatre en quatre, il est parvenu à prendre successivement des moyennes, qui sont devenues en définitive les bases d'exécution de son organe rectificateur. On comprend en effet que, si les quantités arithmétiques sont traduites en dimensions linéaires, il sera possible de tracer sur un plateau des rayons dont le nombre égalera celui des groupes numériques, et dont la longueur sera proportionnelle à la somme des dimensions linéaires composant les moyennes. Eh bien, si ce plateau est monté sur l'une des extrémités de l'axe de la vis tangente destinée à opérer la division finale, de telle sorte qu'il fasse sa révolution propre dans le même temps de ce cercle à diviser, on concevra que la manivelle de la vis tangente pourra à chaque tour, en s'arrêtant sur un point de la circonférence de ce plateau, rencontrer des rayons de longueur différente, qui ajouteront ou soustrairont, à la révolution de la vis, les quantités convenables pour lui faire imprimer au grand Cercle le mouvement angulaire correspondant à des divisions rigoureusement équidistantes entre elles. C'est par cette conception d'une si grande portée, pour l'art de la construction des instruments de précison, que feu Gambey, de mémoire à jamais regrettable, est parvenu à tracer, sur le grand Cercle de l'Observatoire de Paris, cette division dans laquelle il n'a pas hésité à repasser le tracelet, pour lui donner une profondeur qui avait paru insuffisante à M. Arago, alors qu'elle venait d'être heureusement terminée.

» Après avoir obtenu cet éclatant succès, M. Gambey voulut aussi doter la plate-forme ordinaire de la même précision. Pour bien faire comprendre comment il a su plier son génie inventif aux exigences d'organes déjà existants, nous indiquons dans quelles conditions cette machine à diviser a elle-même été par lui établie. Si l'on réfléchit qu'avant l'invention de la Méthode rectificative la plate-forme de M. Gambey était celle qui, pour la division circulaire des instruments, donnait les résultats les plus satisfaisants, ces indications ne paraîtront pas sans utilité; elles sont, dans notre paquet cacheté, l'objet d'une seconde Note, et le mode d'application de la Méthode rectificative à cette plate-forme est décrit dans une troisième. Ces deux Notes sont encore remplies de détails techniques; nous craignons que leur audition ne fatigue l'Académie après la longue attention dont elle vient de nous favoriser. Pour rester discret, nous cessons notre lecture et demandons l'autorisation de joindre, pour l'impression, ces deux Notes à celle que nous venons de lire. Le contenu de notre paquet cacheté se trouvera ainsi révélé en son entier à tous ceux qu'intéresse l'exacte division des instruments de mathématiques, et le trésor des procédés pratiques que notre illustre confrère emportait avec lui dans le tombeau restera sauvé.

Description des procédés suivis par M. Gambey pour l'exécution de sa plate-forme.

» M. Gambey, jaloux d'exécuter des divisions plus précises que celles des autres constructeurs ses rivaux, a eu l'heureuse idée d'introduire, dans l'exécution et l'emploi de sa plate-forme, la Méthode des moyennes rectificatives des légères erreurs qui n'échappent pas à un examen sévère des instruments les plus renommés. Nous allons essayer de faire comprendre comment il s'y est pris pour faire cette application.

» Pour établir son plateau diviseur, dit *plate-forme* en termes d'atelier, notre confrère a superposé deux limbes de cuivre jaune bien également écrouis, et les a unis entre eux par des vis symétriquement espacées; après avoir appliqué ce limbe double sur la jante d'une roue de fonte dressée sur le tour, toute montée sur son axe même en acier, soigneusement tourné et fidèlement rodé, il lui fit subir l'opération de la denture au moyen d'une vis-fraise tangente dont l'écartement des pas avait été réglé de façon à l'inscrire, un certain nombre de fois déterminé d'avance, sur le pourtour de ce limbe. Quelques tâtonnements entre la circonférence de la plate-forme, tenue d'abord un peu plus grande qu'il n'était nécessaire, et l'écartement du pas de la vis suffirent pour faire trouver le rapport convenable entre ces deux parties pour obtenir l'effet cherché.

» La denture, au surplus, fut réalisée par fraction successive du limbe; sa circonférence avait soigneusement été divisée au compas en parties égales; la vis tangente fut donc tour à tour appliquée à chaque portion; un ressort de pression la comprimait contre le bord du limbe pour y imprimer les arêtes de ses filets; en comptant le nombre des révolutions et en examinant avec une loupe comment le même pas de la vis, qui a servi de point de départ, venait rencontrer la ligne qui délimite la portion de circonférence sur laquelle on agissait partiellement, il fut facile de s'assurer si le même pas arrivait en parfaite coïncidence avec cette ligne. L'erreur à rectifier ne pouvait être qu'un retard de la vis, par suite de la précaution prise de commencer l'opération sur le bord du limbe, alors que sa circonférence est encore un peu plus grande qu'il ne faut pour que son développement corresponde au nombre précis de dents dont on veut pourvoir la plate-forme.

» Cette erreur en trop fut promptement corrigée en diminuant un peu, sur le tour, la circonférence du limbe. Il est bon d'observer pour ceux qui voudront répéter les observations, que le tournage du limbe fût arrêté alors que l'erreur en trop subsistait encore légèrement, l'enfoncement du pas de la vis dans le bord du limbe devant bientôt compenser cette différence. En procédant autrement, on s'exposerait n'avoir pour résultat final que des dents maigres et ballottantes entre les pas de la vis tangente; pour éviter d'additionner des erreurs légères d'abord, mais dont l'accumulation finirait par égaler l'écartement d'un pas entier, il importe de désengrener la vis tangente après avoir imprimé ses filets sur une certaine partie de la circonférence, et de recommencer pour la partie suivante en plaçant comme la première fois, avec grand soin, le même pas de la vis adopté pour point de départ vis-à-vis la ligne séparative de chaque fraction de la circonférence du limbe. Cette première opération de l'impression du pas de la vis, un certain nombre précis de fois autour de la plate-forte étant faite, il importait d'enfoncer suffisamment le pas de la vis dans le bord du limbe; pour cela, M. Gambey fit tourner la vis-fraise sous la pression d'un ressort, en faisant entraîner par elle le limbe tournant avec son axe. Pour éviter que l'inertie de la roue de fonte portant le limbe et que les frottements de l'axe n'exposassent la vis-fraise à couper plus d'un côté que de l'autre, il équilibra cette résistance au moyen d'un contre-poids suspendu au bout d'une corde enroulée sur l'axe et soutenue sur une poulie; la masse convenable fut trouvée par simple tâtonnement, en laissant tomber de la grenaille de

plomb dans un petit seau attaché au bout de la corde, jusqu'à ce que tout le système fût prêt à se mouvoir.

» Pendant l'opération du fraisage de la denture dans le bord du limbe, M. Gambey apporta la plus grande attention à ce que la plate-forme ne cessât pas d'être ronde, ce qui serait arrivé par suite du plus léger défaut d'homogénéité du métal, si la vis-fraise eût pu agir sans limite sous la pression du ressort. Pour éviter cette déformation d'une extrême gravité, il munit le support de la vis-fraise d'une vis de butée qui, prenant point d'appui sur une partie de l'épaisseur non attaquée du bord du limbe, servait pendant l'opération à régler la coupe, et permit d'arrêter au moment où la denture avait atteint la profondeur désirée; en faisant tourner longtemps la plate-forme sous l'action coupante de la vis-fraise ainsi limitée dans son enfoncement par la vis de butée de son support, M. Gambey maintint la rondeur de sa plate-forme, et assura la concentricité de la denture avec l'axe. Le limbe denté sur toute sa circonférence avec les précautions indispensables que nous venons d'indiquer est bien loin encore de la perfection de division dont il doit devenir la base; il faut lui appliquer la méthode des moyennes pour amoindrir les erreurs dont sa denture n'est pas exempte. La rectification par la méthode des moyennes peut se faire de deux façons.

» En soumettant successivement toute la denture du limbe à l'action des deux vis-fraises maintenues dans une position invariable d'écartement pendant tout le temps qu'elles continuent à faire de la limaille, les erreurs, en plus ou en moins, doivent disparaître, ou encore en désunissant les deux limbes superposés pour les varier de position entre eux, en les changeant d'abord diamètre pour diamètre, puis en les croisant entre eux à angle droit, en les faisant enfin passer par tous les rapports de position que l'espacement symétrique des vis de jonction peut permettre; puis en faisant agir la vis-fraise un temps suffisant après chaque mutation de position, il s'établira entre les dentures trop espacées et celles trop serrées des deux limbes, soumises à la fois à son action, une compensation des unes par les autres, qui se résumera finalement par un écartement moyen de toutes les dents. C'est à cette seconde manière d'appliquer la Méthode des moyennes rectificatives que M. Gambey donna la préférence.

» Après l'avoir mise en œuvre avec soin et patience, il parvint à obtenir une base déjà assez précise pour diviser des instruments astronomiques; mais notre confrère n'était point homme à en rester satisfait; aussi, dans le montage définitif de sa plate-forme, a-t-il pris le soin de la faire fonctionner entre quatre vis tangentes pour subdiviser entre elles les légères im-

perfections qui pouvaient subsister encore, après le travail préparatoire que nous avons décrit.

» Cette application de la Méthode des moyennes rectificatives a donné pour résultat cette précision de division, qui a fait la réputation, si bien méritée, des instruments sortis de ses ateliers.

» Divers moyens accessoires y ont pourtant concouru, et puisque notre confrère a bien voulu tout nous dire, qu'il nous soit permis de ne rien passer sous silence de ce qui peut assurer l'exactitude des divisions. M. Gambey a pensé qu'il importait d'écarter toutes les causes d'erreurs provenant de l'excentricité de l'axe dans ces collets, par suite de l'inégalité d'épaisseur des couches d'huile.

» Pour laisser sa plate-forme complétement libre dans son mouvement angulaire, sous l'action de ses quatre vis tangentes, il a eu la pensée de soustraire son axe, pendant la division des instruments, au frottement de son collet supérieur, façonné en cône ainsi que le coussinet dans lequel il repose habituellement, un léger abaissement du coussinet les sépare ; la plate-forme se trouve ainsi abandonnée entre les quatre vis, soutenue seulement sur son pivot inférieur.

» Par une judicieuse application du principe géométrique du parallélogramme, M. Gambey a encore eu le bonheur de débarrasser complétement ses divisions des erreurs que peut y introduire un cintrage imparfait, entre l'instrument à diviser et la plate-forme qui le divise.

» C'est par l'emploi de ces moyens radicaux fournis par la science que notre confrère manifestait toute l'étendue de ses connaissances théoriques; en prenant l'axe même de l'instrument à diviser pour centre, et point d'appui du système mécanique, opérant la division et en reliant à l'aide de deux articulations ce système a deux points fixes pris sur le bâti portant la plate-forme, il était parvenu à rendre complétement indifférente la place qu'occuperait l'instrument sur la plate-forme, puisque la vitesse angulaire imprimée à celle-ci par la rotation simultanée des quatre vis tangentes était toujours fidèlement transmise par les articulations formant parallélogramme au système du tracelet monté, comme nous venons de le dire, sur l'axe même de l'instrument à diviser pour en opérer sa division.

» Pour soustraire ses divisions aux erreurs résultant des variations de température pendant la durée de l'opération, il avait soin de ne procéder que lorsque le milieu dans lequel il agissait était constant ; et, pour éviter l'influence du rayonnement calorifique du corps de l'opérateur par d'ingénieuses combinaisons de lames, de leviers, de compteurs, d'encliquetage,

il faisait produire automatiquement, par la chute d'un poids, le travail qu'une main exercée avait avant lui constamment exécuté.

» Ses soins minutieux étaient poussés jusqu'à équilibrer la masse des instruments placés sur la plate-forme en les suspendant à une corde passant dans une poulie fixée au plafond et terminée par un contre-poids proportionné. Des ressorts ou coussins élastiques étaient intercalés entre les points d'appui de sa plate-forme et le sol, pour la soustraire, pendant ses opérations, aux trépidations résultant du passage des voitures dans les rues; l'équipage de lames, de leviers et du tracelet diviseur était disposé de façon à se mouvoir en blanc un certain nombre de fois et sans opérer de division avant d'agir efficacement; par cette sage précaution, M. Gambey mettait d'un même côté tous les temps perdus que l'usure avait pu amener dans les rapports des divers organes transmettant le mouvement à la plate-forme et éliminait ainsi la nature d'erreurs qui en eût été la conséquence. La division achevée, le même mécanisme automoteur suspendait l'action du tracelet au moment précis où le dernier trait venait d'être marqué, pour éviter un double passage dans les premiers traits qui leur aurait donné plus de profondeur et par suite un aspect différent des autres.

» M. Gambey s'était aperçu que la continuité de l'opération, l'égalité des moments écoulés entre le tracé de chaque division, n'était pas sans influence sur le résultat final, et son désir de perfection était tel, qu'il ne négligeait aucune des circonstances qui pouvait l'en faire approcher.

» Nous venons de dire comment M. Gambey a établi sa plate-forme, la plus exacte qui ait jamais existé, nous avons expliqué avec quelles précautions il s'en servait pour obtenir le maximum de précision dont elle était susceptible; nous allons faire connaître comment notre confrère, si sévère envers ses propres œuvres, peu satisfait encore d'une machine qui subdivise assez les irrégularités pour les rendre inappréciables par les moyens ordinaires de vérification, voulut ajouter à la Méthode des moyennes qui amoindrit les erreurs, la Méthode des ordonnées rectificatives qui les annihile, pour atteindre cette perfection absolue qui semble le privilége exclusif des œuvres de Dieu.

» La manière dont cette addition fut faite va être indiquée dans une troisième Note.

Application par M. Gambey à sa plate-forme de la Méthode des ordonnées rectificatives imaginée à l'occasion de la division du grand Cercle mural de l'Observatoire.

» M. Gambey, en opérant sur la plate-forme la division d'un cercle plus

grand qu'elle, savait très-bien qu'il acceptait des erreurs qui s'amoindrissent dans les cas ordinaires où l'instrument divisé est toujours plus petit que l'instrument diviseur ; aussi a-t-il voulu faire tourner cet inconvénient au profit de la machine-type. Après avoir exécuté une division sur le limbe d'un grand cercle sacrifié pour cette opération, il se mit, avec un soin minutieux et une infatigable patience, à la recherche des irrégularités ainsi accrues. Une alidade double, munie de verniers, servit à cet examen fait de cinq en cinq divisions, puis de dix en dix, puis de vingt en vingt. Ce consciencieux contrôle lui permit de dresser une Table numérique dont l'unité représentait une erreur déterminée, comme celle, par exemple, d'une ou deux secondes; au moyen de ces nombres sommés par groupe et convertis en ordonnées proportionnelles inscrites tout autour d'un plateau circulaire, il parvint à délimiter le bord extérieur de ce plateau, de façon à ce que les courbes concaves et convexes qui en formaient le périmètre fussent l'expression exacte des séries croissantes ou décroissantes des erreurs observées dans leur amplification sur le limbe du cercle divisé, comme nous venons de le dire, sur une plate-forme plus petite que lui.

» M. Gambey prit le soin d'établir autour de son plateau les ordonnées rectificatives, dans un ordre identique avec les séries des observations qui avaient démontré les erreurs de denture; le zéro du plateau fut placé en parfaite coïncidence avec celui de la plate-forme. Le plateau rectificateur ainsi établi pouvait opérer à propos ses fonctions rectificatives.

» Le but à obtenir, répétons-le, pour rester clair et compréhensible, était d'ajouter ou de soustraire au déplacement angulaire que subit successivement le tracelet après chaque trait tracé, la quantité nécessaire pour maintenir rigoureusement l'équidistance des divisions. Ce fut, en modifiant convenablement par l'un de ses angles le parallélogramme formé de l'assemblage de l'équipage du tracelet avec le bâti, qu'il obtint ce résultat; pour produire cette déformation, d'une façon proportionnelle aux erreurs, une combinaison de leviers fut installée entre le plateau rectificateur et le parallélogramme de l'équipage du tracelet; les ondulations des bords de l'un furent converties en déformations proportionnelles de l'autre; ainsi se trouvèrent ajoutées ou soustraites, au mouvement angulaire du tracelet, les quantités compensatrices destinées à annihiler, dans la division des instruments, les imperfections que la Méthode rectificative par les moyennes avait été impuissante à anéantir dans la denture de sa plate-forme. Par cet ingénieux stratagème, M. Gambey sut faire produire un travail précis à une machine inexacte! Son génie sut baser la précision sur l'irrégularité!!

» M. Gambey, dans la combinaison des leviers entre eux, avait très-habilement ménagé le moyen de faire varier les rapports de leurs bras, pour faire produire aux ondulations du plateau une traduction précise des erreurs observées sur le cercle amplificateur de celles subsistant encore dans sa plate-forme, malgré les précautions multiples prises pour les éviter durant sa construction.

» M. Gambey avait adopté, pour les charnières du mécanisme de sa plate-forme, le système des lames de ressort ployant, ne laissant jamais de temps perdu. Tous les axes étaient montés sur pointes, les bielles d'articulation ou de transmission de mouvement étaient formées de tringles d'acier, terminées en boules, retenues dans des fraisures hémisphériques par la tension de ressort à boudin, de cuivre ou d'acier; c'était encore par une application de la géométrie qu'il donnait à ses boules une rigoureuse sphéricité, la section d'une sphère parfaite étant un cercle, c'était à l'aide de cercles obtenus réguliers facilement sur le tour, qu'il amenait ses boules à leur perfection de forme; en rodant l'une à l'aide de l'autre, il rectifiait l'une par l'autre pendant toute la durée du rodage, et arrivait ainsi sûrement à une double perfection de forme, impossible par tout autre procédé de travail. La creusure hémisphérique, destinée à recevoir la boule, était tout aussi parfaite, grâce au procédé employé pour la produire : un disque d'acier fidèlement tourné en biseau, c'est-à-dire formant un cercle parfait et coupant par la circonférence, servait d'outil pour façonner cette creusure. M. Gambey invoquait la science pour la construction de ses moindres outils; ses équerres étaient composées d'un cylindre bien calibré, arrasé de ses deux bouts pendant qu'il était sur le tour et posé sur un plan parfait. La réflexion à grande distance des images par des miroirs lui servait à établir des niveaux plus rigoureux et plus sensibles que ceux à bulles d'air.

» Il faudrait faire minutieusement l'inventaire complet de l'atelier de notre confrère, si nous voulions donner une idée de la savante originalité de tous les mécanismes qui le garnissaient.

» M. Gambey avait l'intention de faire bénéficier ses machines à diviser la ligne droite, de l'invention de sa Méthode des ordonnées rectificatives. La mort l'a surpris avant que ce dernier œuvre fût accompli; sa haute renommée dans l'histoire de l'art de la construction des instruments peut bien se passer de ce titre de plus; pourtant, permettez-nous, en relevant ses pensées à cet égard, de payer à sa mémoire notre dette de reconnaissance pour la confiance absolue dont le grand artiste nous honorait.

» De même que nous avons expliqué comment M. Gambey avait établi sa plate-forme avant de la perfectionner, indiquons rapidement, en suivant le même ordre d'idées, comment il s'y était pris pour fileter une des vis les plus uniformes dans l'écartement de leurs pas. Convaincu de l'efficacité de la Méthode des moyennes pour atténuer les erreurs et approcher de la perfection, M. Gambey, après avoir fileté par les procédés les plus perfectionnés un cylindre d'acier, l'installait sur deux poupées à collet, puis, faisant presser contre la partie filetée la cale de bois de son support de tour, tandis que la vis allait et venait entre les poupées à collet par suite de l'impression des filets dans le bois de la cale du support, il attaquait délicatement avec un outil pointu les différentes parties de la vis, changeant tour à tour un grand nombre de fois le point d'impression de la vis dans la cale du support et le point d'attaque des filets par l'outil; il arrivait ainsi à compenser les irrégularités les unes par les autres, et de moyenne en moyenne il s'approchait de la régularité d'écartement des filets entre eux; mais hélas! il ne l'obtenait pas complétement, et deux microscopes conjugués promenés sur les filets ne lui permettaient pas d'obtenir, entre leur sommet et les fils croisés des oculaires, cette absolue coïncidence qui lui eût seule donné la certitude de la régularité du pas de sa vis.

» L'impossibilité d'exécuter, malgré tant de soins, une longue vis parfaite lui fit préférer l'emploi d'un court manchon fileté agissant contre une longue règle dentée dans les conditions du bord circulaire de sa plate-forme. Mais ici encore l'application de la Méthode des moyennes rectificatives atténuait les irrégularités de la denture rectiligne de la règle, sans réaliser d'une façon absolue leur équidistance. M. Gambey souffrait beaucoup d'en être réduit à l'emploi de machines opérant un travail imparfait, et grande fut sa joie le jour où il reconnut qu'il pouvait attaquer de front la difficulté de la division de la ligne droite, comme il avait vaincu celle de la division circulaire par l'application de la Méthode des ordonnées rectificatives.

» La mort ne lui a point permis de léguer à ses successeurs le problème tout résolu, mais sa confiance nous met à même de leur en révéler la solution.

» Voici donc comment M. Gambey comptait s'y prendre. Observer les erreurs de chaque tour de la vis ou de chaque dent de la règle dentée, en dresser la Table absolument comme il avait fait pour sa plate-forme, était une opération préliminaire qui ne lui laissait aucun doute; mais, incertain encore dans le choix de son mécanisme, tantôt il se proposait de traduire

le long d'une règle égale à la course totale du chariot du mécanisme traceur les erreurs de la crémaillère, un levier articulé sur le chariot en relation d'un bout avec une coulisse transversale portant le tracelet, de l'autre pourvu d'un galet roulant sous la pression d'un ressort sur le bord de la règle rectificatrice, eût traduit toutes ses ondulations en déplacements compensateurs du tracelet, au fur et à mesure que la règle rectificatrice aurait été parcourue et la division tracée; d'autres fois, il semblait donner la préférence à un plateau circulaire construit et installé près de la manivelle de la vis comme pour le grand Cercle; son mouvement angulaire aurait été réglé de façon que son tour complet ne fût opéré que lorsque le chariot aurait parcouru sa course totale. Ces diverses solutions se présentaient à la fois à l'esprit fécond de M. Gambey; il suffit de les avoir indiquées pour que la possibilité de l'application de la Méthode des ordonnées rectificatives à la division de la ligne droite reste démontrée; après l'heureuse réalisation de cette Méthode dans la division du grand cercle, aucun doute ne peut subsister.

» Puissent ces explications, superflues pour l'incontestable gloire du grand artiste, maintenir à sa veuve et à sa fille les fruits de son génie! c'est le vœu le plus ardent de celui qui s'honore d'avoir été le confident de ses pensées mécaniques, et qui lui témoigne sa reconnaissance en traçant ces lignes. »

M. **Le Verrier** présente, au sujet du *Compte rendu* de la dernière séance, les remarques suivantes :

« Après qu'il eut donné communication de la Note sur les observations faites au cercle de Gambey par réflexion, M. Séguier prit acte de l'excellence des résultats obtenus au moyen de ce cercle pour demander l'ouverture d'un paquet cacheté déposé par lui en 1848 et contenant la description des procédés de division des cercles, employée par Gambey.

» M. Le Verrier répondit à son confrère en ajoutant quelques mots à l'éloge des instruments de Gambey; et, comme il avait eu connaissance que des Membres de l'Académie s'étaient émus d'un projet de transformation de la lunette méridienne de Gambey, il ajouta qu'il s'y était fortement opposé.

» Les phrases prononcées par M. Séguier n'ayant point été données par lui pour le *Compte rendu* (toute conversation entre les Membres de l'Académie ne figure pas nécessairement dans le Recueil), M. Le Verrier n'a rien

donné non plus de sa réponse. Ce nonobstant, M. Yvon Villarceau a imprimé (p. 161) une remarque qu'il avait produite à la suite de MM. Le Verrier et Séguier. Cette Remarque est ainsi inintelligible pour le lecteur, et de plus la dernière ligne, en contradiction avec ce qui précède, se trouve renfermer une erreur. »

« **M. Yvon Villarceau** maintient l'exactitude de sa citation. »

PHYSIQUE. — *Sur un nouveau prisme polarisant.* Note de **M. Jamin.**

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie un nouveau polariseur que M. Henri Soleil a construit sur mes indications. Il est formé d'une auge parallélipipédique en verre remplie de sulfure de carbone, et dans laquelle on place sous une inclinaison convenable une lame très-mince de spath. Tout rayon lumineux naturel tend à se décomposer dans le spath en deux autres, l'un ordinaire, l'autre extraordinaire; mais comme l'indice de ce dernier rayon est inférieur à celui du sulfure de carbone, il se réfléchit totalement, et le rayon ordinaire seul traverse l'auge, polarisé dans le plan d'incidence.

» Cet appareil remplace efficacement le prisme de Nicol dans tous ses usages; et comme il n'exige qu'une lame très-mince de spath, il est d'un prix relativement peu élevé et il permet d'obtenir un champ de vision très-étendu. »

CINÉMATIQUE. — *Problème des mouvements que peuvent prendre les divers points d'une masse liquide, ou solide ductile, contenue dans un vase à parois verticales, pendant son* écoulement *par un orifice horizontal inférieur* (première Partie); *par* **M. de Saint-Venant** (*).

« 1. Pour pouvoir déduire, des expériences sur l'*écoulement* de matières solides ou liquides dont nous nous occupons, la loi des forces intérieures qui s'y trouvent en jeu, et pour arriver un jour à résoudre au moins approximativement le problème inverse et non moins difficile, on conçoit qu'il convient d'envisager d'abord la question d'une manière purement *cinématique*, en déterminant analytiquement, pour les points des masses s'écoulant

(*) L'Académie a décidé que cette suite à des communications de 1868, bien qu'excédant en étendue les limites réglementaires, serait insérée en entier au *Compte rendu*.

ainsi, quels sont les mouvements *possibles*, ou satisfaisant à la condition générale de conservation des volumes des éléments.

» Il faut, pour cette détermination, prendre quelques données, comme sont, par exemple, les composantes verticales des vitesses des points à la surface supérieure ainsi qu'à travers l'orifice d'écoulement.

» On reconnaît bientôt qu'en outre il est nécessaire de faire quelque hypothèse sur les relations que peuvent avoir entre elles les composantes des vitesses des divers points de la masse. Sans cela, le problème de leurs mouvements resterait indéterminé.

» M. Tresca, à qui l'on doit d'avoir fait une première tentative dans ce sens, a pris pour hypothèse, en généralisant quelques observations, que toute ligne matérielle horizontale reste horizontale et que toute ligne matérielle verticale reste verticale à l'intérieur de chacune des trois parties dans lesquelles il divise, par la pensée, l'espace occupé par la matière en écoulement (*). Mais on ne saurait se tenir à une pareille supposition, car il en résulte pour les trajectoires, etc., en passant d'une partie dans l'autre, des brisures angulaires ou des solutions de continuité qui ne peuvent pas exister.

» Aussi j'ai substitué une autre hypothèse (**), plus générale, et qui, sans exiger aucune séparation de parties, conserve pleinement la continuité des lignes matérielles et des trajectoires. C'est simplement l'hypothèse qui a été faite jusqu'à ces derniers temps par tous les grands géomètres ayant traité analytiquement les questions d'hydrodynamique, à savoir : qu'à tout instant les composantes de vitesses

$$u,\quad v,\quad w,$$

dans les sens de coordonnées rectangles x, y, z, sont les dérivées

$$(1)\qquad u = \frac{d\varphi}{dx},\quad v = \frac{d\varphi}{dy},\quad w = \frac{d\varphi}{dz}$$

d'une même fonction φ par rapport à ces coordonnées; ou, comme on l'exprime ordinairement, que

$$(2)\qquad udx + vdy + wdz = \text{une différentielle exacte } d\varphi;$$

(*) *Voir* le Rapport du 29 juin 1868 (*Comptes rendus*, t. LXVI, p. 1305) sur ses Notes des 25 mai et 22 juin (p. 1027 et 1244), et mes calculs du même 29 juin pour développer les diverses conséquences de son hypothèse.

(**) *Comptes rendus*, 20 et 27 juillet 1868, t. LXVII, p. 131, 203.

c'est-à-dire qu'on a, entre les composantes u, v, w, les relations

$$(3)\qquad \frac{dv}{dz}=\frac{dw}{dy},\quad \frac{dw}{dx}=\frac{du}{dz},\quad \frac{du}{dy}=\frac{dv}{dx}:$$

supposition qui transforme la condition générale de continuité ou de conservation du volume et de la densité des éléments liquides ou solides

$$(4)\qquad \frac{du}{dx}+\frac{dv}{dy}+\frac{dw}{dz}=0,$$

en une équation aux différences partielles du second ordre :

$$(5)\qquad \frac{d^2\varphi}{dx^2}+\frac{d^2\varphi}{dy^2}+\frac{d^2\varphi}{dz^2}=0,$$

intégrable rigoureusement pour diverses conditions aux limites de la masse.

» 2. Dans cette supposition, j'ai résolu en séries d'exponentielles et autres fonctions transcendantes (pages citées 131, 203) le problème cinématique des circonstances de l'écoulement, pour un vase parallélipipède rectangle, et, aussi, en prenant des coordonnées semi-polaires, pour un vase cylindrique. Je supposais distribuées suivant un mode donné, mais absolument quelconque, les vitesses verticales au passage de l'orifice, au lieu de les supposer toutes égales, comme M. Tresca avait dû le faire avec son hypothèse plus particulière, qui revient, si z est la coordonnée verticale, à poser à la fois

$$\left\{\begin{array}{ll} \dfrac{dw}{dx}=0,\quad \dfrac{dw}{dy}=0 & \text{pour la conservation de l'horizontalité,}\\ \dfrac{du}{dz}=0,\quad \dfrac{dv}{dz}=0 & \text{pour celle de la verticalité,}\end{array}\right.$$

dans chacun des trois espaces partiels, où les vitesses doivent prendre alors des expressions différentes, en changeant brusquement de l'un à l'autre espace.

» Mais, par une dernière Note (*), j'ai cru devoir proposer la mise en œuvre ou l'essai d'une hypothèse encore plus large et plus générale que celle (1), (2), (3). Elle permet de multiplier indéfiniment les solutions cinématiques qu'il s'agit de donner pour les rapprocher des résultats des expériences. Elle revient à égaler les vitesses u, v, w aux produits des dérivées partielles d'une fonction φ par des coefficients constants $\frac{1}{a^2}$, $\frac{1}{b^2}$, $\frac{1}{c^2}$ suscep-

(*) *Comptes rendus*, 4 août, t. LXVII, p. 278.

d'être choisis à volonté ; ou à supposer, au lieu de (1), (3),

$$(6)\qquad u=\frac{1}{a^2}\frac{d\varphi}{dx},\quad v=\frac{1}{b^2}\frac{d\varphi}{dy},\quad w=\frac{1}{c^2}\frac{dw}{dz},$$

$$(7)\qquad b^2\frac{dv}{dz}=c^2\frac{dw}{dy},\quad c^2\frac{dw}{dx}=a^2\frac{du}{dz},\quad a^2\frac{du}{dy}=b^2\frac{dv}{dx};$$

ce qui donne, pour la transformée de la condition générale (4), au lieu de l'équation (5),

$$(8)\qquad \frac{1}{a^2}\frac{d^2\varphi}{dx^2}+\frac{1}{b^2}\frac{d^2\varphi}{dy^2}+\frac{1}{c^2}\frac{d^2\varphi}{dz^2}=0,$$

tout aussi facile à intégrer que (5).

» Je fais cette proposition, parce que je pense que la condition (2) $u\,dx+v\,dy+w\,dz=d\varphi$ n'est généralement pas remplie.

» C'est ce qu'il s'agit de montrer en examinant ce à quoi elle revient cinématiquement, et sur quoi se fondent les démonstrations qui en ont été données.

» 3. D'après ce qu'a démontré Cauchy en 1841 (*), si l'on pose

$$(9)\qquad \xi=-\frac{1}{2}\left(\frac{dv}{dz}-\frac{dw}{dy}\right),\quad \eta=-\frac{1}{2}\left(\frac{dw}{dx}-\frac{du}{dz}\right),\quad \zeta=-\frac{1}{2}\left(\frac{du}{dy}-\frac{dv}{dx}\right);$$

les trois quantités ξ, η, ζ, nulles lorsque la condition en question est remplie exactement, ont une signification cinématique : elles mesurent, autour de parallèles aux x, aux y, aux z, *les vitesses de rotation moyenne instantanée* des diverses petites lignes matérielles se croisant comme celles-ci, et en tous sens, au point (x, y, z) de la masse.

» Ces sortes de rotations avaient été considérées, à un autre point de vue, dès 1833, pour un système quelconque de masses qui se meuvent, par Coriolis (**), qui appelait *mouvement moyen*, pour un instant donné, celui que prendrait tout le système à cet instant s'il était brusquement rendu invariable par l'introduction de forces réciproques, en conservant les sommes de projections de ses quantités de mouvement ainsi que celles de leurs moments ou aires autour d'axes quelconques.

» Et M. Stokes, qui, en 1847, faisait un grand usage de ces expressions (9)

(*) *Mémoire sur les dilatations et les rotations produites par un changement de forme dans un système de points matériels* (*Exercices d'Analyse et de Physique mathématique*, t. II, p. 221).

(**) *Mémoire sur le mouvement moyen de rotation*, lu à l'Académie le 25 novembre 1833, inséré en substance en 1835 à la page 101 du XXIV^e Cahier du *Journal de l'École Polytechnique*.

dans des calculs relatifs aux fluides, démontrait qu'elles représentent effectivement les *vitesses angulaires* décomposées, qui seraient prises de y en z, z en x, x en y, par tous les points d'un élément fluide ayant une des formes *pour lesquelles les moments d'inertie autour d'axes passant par le centre de gravité sont tous égaux*, si cet élément était tout à coup solidifié, et en même temps *isolé*, c'est-à-dire soustrait à l'action du reste du fluide qui l'environne (*).

» Enfin, en 1858, M. Helmholtz, décomposant, comme M. Stokes, dont il ne connaissait pas encore les recherches, la modification qu'éprouve un élément, en *translation*, en *déformation* (ou dilatation dans divers sens, réductibles comme on sait à *trois* rectangulaires dits *principaux*) et en *rotations*, trouvait, d'une autre manière, que celles-ci sont exprimées par les formules (9) (**).

(*) *On the Theories of the internal Friction of Fluids in Motion*, lu le 14 août 1845 (*voir* les *Transactions* de Cambridge, 1847, t. III, part. III, n° 14, p. 309).

Qu'on me permette de rapporter sa démonstration vu qu'elle est d'une grande simplicité. Soient u', v', w', avant, et u_1, v_1, w_1 après la solidification, les excès des composantes de vitesse d'une molécule m située au point $(x+x',\ y+y',\ z+z')$ de l'élément considéré, sur celles u, v, w du centre de gravité (x, y, z) de cet élément. L'on a, pour les premiers excès, trois expressions

$$u' = \frac{du}{dx}x' + \frac{du}{dy}y' + \frac{du}{dz}z', \quad v' = \ldots, \quad w' = \ldots;$$

et l'on a pour les seconds, si ξ, η, ζ sont les trois composantes des vitesses angulaires prises, trois expressions

$$u_1 = \eta z' - \zeta y', \quad v_1 = \ldots, \quad w_1 = \ldots.$$

Or les vitesses u, v, w du centre n'ont pu être changées par l'introduction des forces réciproques rendant l'élément invariable. On peut donc substituer ces expressions de u', v', w' en même temps que celles de u_1, v_1. w_1 dans les trois équations telles que

$$\sum m[y'(w_1 - w') - z'(v_1 - v')] = 0,$$

exprimant la conservation des aires. Or, en ayant égard à ce que l'élément est supposé de l'une des formes pour lesquelles

$$\sum mx'^2 = \sum my'^2 = \sum mz'^2, \quad \sum my'z' = 0, \quad \sum mz'x' = 0, \quad \sum mx'y' = 0,$$

l'on trouve bien, ainsi, les trois égalités (9).

M. Stokes est revenu sur le même sujet en 1850 (même Recueil, t. IX, p. 1, § 10).

(**) *Sur les intégrales des équations qui expriment le mouvement tourbillonnaire dans l'hydrodynamique* (*Journal de Crelle*, t. LV), traduit récemment au *Philosophical Magazine*, t. XXXIII, n° 226, p. 485.

» Il est, au reste, facile de voir, en se servant des formules de changements de coordonnées (*), que si les quantités (9) ξ, η, ζ sont nulles pour les axes x, y, z, elles le sont pour tout autre système rectangulaire, et que généralement elles se composent, se décomposent et se transforment de la même manière que les rotations ou les vitesses angulaires dans les solides invariables.

» La question, comme on voit, de la possibilité de regarder (2) $udx + vdy + wdz$ comme différentielle exacte à trois variables, ou de prendre les relations (3) entre u, v, w, est la même que celle de savoir s'il n'y a, dans la masse qui s'écoule, aucune de ces rotations qui sont définies par (9).

» 4. Rappelons maintenant les démonstrations données de la proposition exprimée par (1), ou (2), ou (3) dans les cas ordinaires du mouvement des liquides.

» Lagrange, depuis longtemps, en a présenté une dont Poisson a contesté la rigueur.

» Cauchy, en 1816, a démontré d'une manière rigoureuse un théorème plus général, et trop peu remarqué, bien que *donnant une première intégrale générale* des trois équations différentielles ordinaires et connues de l'hydrodynamique. Ce théorème revient à ce que chacune des trois quantités ξ, η, ζ définies par (9) est, à un instant quelconque, égale à la somme des produits de ce qu'elles étaient initialement pour la même molécule, par les dérivées de sa coordonnée actuelle de même rang, prises par rapport à ses trois coordonnées initiales (**).

(*) *Leçons sur l'Élasticité*, de M. Lamé, § 18, p. 45 (1852).

(**) C'est-à-dire que si ξ_0, η_0, ζ_0, x_0, y_0, z_0 expriment les valeurs initiales de ce dont ξ, η, ζ, x, y, z représentent les valeurs au bout d'un temps quelconque, l'on a, pour un fluide incompressible :

$$(a)\qquad \left\{\begin{aligned} \xi &= \frac{dx}{dx_0}\xi_0 + \frac{dx}{dy_0}\eta_0 + \frac{dx}{dz_0}\zeta_0,\\ \eta &= \frac{dy}{dx_0}\xi_0 + \frac{dy}{dy_0}\eta_0 + \frac{dy}{dz_0}\zeta_0,\\ \zeta &= \frac{dz}{dx_0}\xi_0 + \frac{dz}{dy_0}\eta_0 + \frac{dz}{dz_0}\zeta_0;\end{aligned}\right.$$

et qu'on a les mêmes égalités pour un fluide compressible en divisant le second membre par le déterminant sextinôme :

$$(b)\qquad \frac{dx}{dx_0}\frac{dy}{dy_0}\frac{dz}{dz_0} - \frac{dx}{dx_0}\frac{dz}{dy_0}\frac{dy}{dz_0} + \ldots$$

Cauchy le démontre en prenant d'abord x_0, y_0, z_0 et le temps t pour variables indé-

» D'où résulte qu'*un élément sans rotation moyenne initiale n'en acquerra pas*, ou que si le mouvement considéré part du repos ou bien d'un état dans lequel la condition (3) d'intégrabilité de $u\,dx + v\,dy + w\,dz$ se trouve remplie, elle le sera pour les mêmes éléments matériels, pendant toute la durée du mouvement.

---

pendantes; en sorte qu'on a, $\frac{d_c}{dt}$ exprimant généralement, par rapport à t, une différentielle *complète* ou se rapportant au même point occupé dans l'espace, et, p, ρ, X, Y, Z désignant la pression, la densité et les trois composantes de la force extérieure agissant sur l'unité de volume :

$$(c)\quad \left\{\begin{aligned} \frac{1}{\rho}\frac{dp}{dx_0} &= \frac{1}{\rho}\left(\frac{dp}{dx}\frac{dx}{dx_0} + \frac{dp}{dy}\frac{dy}{dx_0} + \frac{dp}{dz}\frac{dz}{dx_0}\right) = \\ &= \left(X - \frac{d_c u}{dt}\right)\frac{dx}{dx_0} + \left(Y - \frac{d_c v}{dt}\right)\frac{dy}{dx_0} + \left(Z - \frac{d_c w}{dt}\right)\frac{dz}{dx_0}. \end{aligned}\right.$$

D'où, si $X\,dx + Y\,dy + Z\,dz$ est une différentielle exacte $= d\Phi$, et si l'on construit deux autres équations comme celle-ci :

$$(d)\quad \frac{1}{\rho}\frac{dp}{dx_0} = \frac{d\Phi}{dx_0} - \frac{d_c u}{dt}\frac{dx}{dx_0} - \frac{d_c v}{dt}\frac{dy}{dx_0} - \frac{d_c w}{dt}\frac{dz}{dx_0},\quad \frac{1}{\rho}\frac{dp}{dy_0} = \frac{d\Phi}{dy_0} - \ldots,\quad \frac{1}{\rho}\frac{dp}{dz_0} = \ldots,$$

retranchant la seconde, différentiée par z_0, de la troisième, différentiée par y_0, les $\frac{d^2x}{dy_0\,dz_0}, \ldots$ disparaissent, et l'on peut écrire ainsi ce qui reste :

$$(e)\quad \frac{d_c}{dt}\left(\frac{du}{dz_0}\frac{dx}{dy_0} - \frac{du}{dy_0}\frac{dx}{dz_0} + \frac{dv}{dz_0}\frac{dy}{dy_0} - \frac{dv}{dy_0}\frac{dy}{dz_0} + \frac{dw}{dz_0}\frac{dz}{dy_0} - \frac{dw}{dy_0}\frac{dz}{dz_0}\right) = 0.$$

Le sextinôme entre parenthèses est, comme on voit, indépendant du temps, et sa valeur actuelle est égale à sa valeur initiale pour le même point matériel. Mais on a

$$(f)\quad \frac{du}{dz_0} = \frac{du}{dx}\frac{dx}{dz_0} + \frac{du}{dy}\frac{dy}{dz_0} + \frac{du}{dz}\frac{dz}{dz_0},\quad \frac{du}{dy_0} = \ldots,\quad \frac{du}{dz_0} = \ldots.$$

Substituant et écrivant -2ξ au lieu de $\frac{dv}{dz} - \frac{dw}{dy}$ et ainsi des autres, on obtient l'équation suivante, où ξ_0 représente la valeur initiale de ξ, et par conséquent de son premier membre :

$$(g)\quad \xi\left(\frac{dy}{dy_0}\frac{dz}{dz_0} - \frac{dz}{dy_0}\frac{dy}{dz_0}\right) + \eta\left(\frac{dz}{dy_0}\frac{dx}{dz_0} - \frac{dx}{dy_0}\frac{dz}{dz_0}\right) + \zeta\left(\frac{dx}{dy_0}\frac{dy}{dz_0} - \frac{dy}{dy_0}\frac{dx}{dz_0}\right) = \xi_0.$$

De cette équation du premier degré à trois inconnues ξ, η, ζ, et de deux autres semblables ayant pour seconds membres η_0 et ζ_0, l'on tire, en les résolvant, et eu égard à ce que le déterminant sextinôme (b) est $= 1$ lorsque le fluide est incompressible ou qu'un élément rectangulaire devenant obliquangle conserve le même volume, précisement les formules (a) exprimant le remarquable théorème de Cauchy [*Mémoire sur la théorie des ondes*, concours de 1815-1816, au tome I des *Savants étrangers* (1827), formules (16) ou (17) de la 2ᵉ partie, p. 43].

» On arrive ordinairement à cette dernière conclusion d'une autre manière, en combinant simplement par différentiation et soustraction mutuelle les trois mêmes équations différentielles générales, de sorte que la pression intérieure ainsi que les forces extérieures s'éliminent; car il en résulte que, si les trois quantités (9) ξ, η, ζ sont nulles à un instant quelconque, leurs différentielles complètes par rapport au temps sont aussi nulles à cet instant initial ou autre, ce qui, de proche en proche, entraîne leur nullité pour le même élément fluide pendant toute la durée du mouvement.

» Il est même à remarquer que, si elles sont en même temps nulles aussi dans les éléments voisins de celui que l'on considère, cette démonstration subsiste quand on complète les équations en y introduisant les termes ajoutés par Navier, ainsi que par Poisson, Cauchy, M. Stokes, afin de tenir compte des frottements mutuels des couches de matière qui glissent les unes devant les autres (*).

» 5. Ces démonstrations de la conservation des relations une fois exis-

---

(*) En effet, ces trois équations complètes sont de cette forme, avec les notations de la note précédente, et k^2 étant le coefficient des frottements intérieurs, supposé constant, et qui doit être fait très-grand dans les solides ductiles :

$$(h)\qquad \begin{cases} \dfrac{1}{\rho}\dfrac{dp}{dx} - \mathrm{X} + \dfrac{d_c u}{dt} - k^2\left(\dfrac{d^2u}{dx^2} + \dfrac{d^2u}{dy^2} + \dfrac{d^2u}{dz^2}\right) = 0, \\ \dfrac{1}{\rho}\dfrac{dp}{dy} - \mathrm{Y} + \ldots = 0, \quad \dfrac{1}{\rho}\dfrac{dp}{dz} - \mathrm{Z} + \ldots = 0, \end{cases}$$

où l'on peut remarquer que le terme affecté de k^2 revient à

$$-k^2\left[\frac{d}{dx}\left(\frac{du}{dx} + \frac{dv}{dy} + \frac{dw}{dz}\right) + \frac{d}{dy}\left(\frac{du}{dy} - \frac{dv}{dx}\right) - \frac{d}{dz}\left(\frac{dw}{dx} - \frac{du}{dz}\right)\right].$$

Si l'on retranche de la seconde, différentiée par rapport à z, la troisième différentiée par rapport à y, la pression moyenne p disparaît, ainsi que les forces Y et Z, en vertu de ce qu'on suppose, comme tout à l'heure, $\mathrm{X}dx + \mathrm{Y}dy + \mathrm{Z}dz$ différentielle exacte; et, en ajoutant

$$0 = \frac{dv}{dx}\frac{dw}{dx} - \frac{dw}{dx}\frac{dv}{dx},$$

l'on trouve

$$(i)\qquad \frac{d_c\xi}{dt} = -\left(\frac{dv}{dy} + \frac{dw}{dz}\right)\xi + \frac{dv}{dx}\eta + \frac{dw}{dx}\zeta - k^2\left(\frac{d^2\xi}{dx^2} + \frac{d^2\xi}{dy^2} + \frac{d^2\xi}{dz^2}\right).$$

Comme on aurait deux expressions analogues à (i) pour $\dfrac{d_c\eta}{dt}$, $\dfrac{d_c\zeta}{dt}$, l'on voit (même quand la densité ρ est variable, pourvu qu'alors la pression p en soit une fonction) que la nullité des rotations ξ, η, ζ partout à un instant quelconque entraîne celle de leurs accrois-

tantes (3) entre les vitesses, ou de l'intégrabilité de $u\,dx + v\,dy + w\,dz$, supposent toutes que les forces agissant sur les éléments fluides *ont un potentiel*, ou que leurs trois composantes X, Y, Z suivant x, y, z remplissent la condition

$$(10)\qquad \left.\begin{array}{c} X\,dx + Y\,dy + Z\,dz \\ \text{ou} \sum (X\,dx + Y\,dy + Z\,dz) \end{array}\right\} = \text{une différentielle exacte } d\Phi.$$

» Ce *potentiel* Φ de Gauss (*), que Green appelait en 1828 *fonction potentielle* (**), et déjà D. Bernoulli *force potentielle* (***), semblerait devoir exister toujours, car il ne diffère pas de cette *force vive implicite* d'Ampère (****) et même de Lagrange (*****), de cette *faculté d'agir* de Jean Bernoulli (******), possédée par toute force qui a une intensité et un champ d'action, et dont la considération est très-employée, surtout depuis un tiers de siècle. On démontre même facilement, comme on sait, que le premier membre de (10) se réduit constamment à des différentielles exactes de la forme $-f(r).dr$ ou $-\sum f(r).dr$ pour les forces fonction f des dis-

---

sements de cet instant au suivant. D'où l'on déduit (en invoquant, pour plus de rigueur, un lemme d'analyse qu'établit M. Stokes), qu'elles resteront constamment nulles.

On peut, au reste, dans l'égalité (i) remplacer le second et le troisième terme du second membre par

$$(j)\qquad \frac{du}{dy}\eta + \frac{du}{dz}\zeta,$$

et, lorsque le fluide est incompressible, on peut remplacer le premier par $\frac{du}{dx}\xi$.

(*) Il a, comme on sait, proposé définitivement cette simple dénomination, aujourd'hui généralement adoptée, à la page 4 du Mémoire : *Résultats des Observations de l'Union magnétique pour l'année* 1839.

(**) *An Essai of the application of Analysis to the Electricity*, Nottingham, 1828; réimprimé en 1850, 1852, 1854, au *Journal de Crelle* (Préface et Observations introductrices).

(***) En prenant pour exemple celle $k\int \frac{ds}{r^2}$ qui se trouve en réserve dans une lame élastique fléchie dont s représente la longueur d'arc, et r le rayon de courbure supposé variable d'un point à l'autre (art. 1 de l'*Additamentum de curvis elasticis* d'Euler), force ou intégrale dont il conseillait à Euler de chercher la condition de maximum pour avoir celle de l'équilibre de la lame.

(****) *Annales de Chimie et de Physique*, avril 1835.

(*****) Dernier article de la *Théorie des Fonctions analytiques*.

(******) *De verâ notione virium vivarum* (*OEuvres*, t. III, p. 239).

tances r, soit à des centres extérieurs fixes ou emportés, comme la Terre, dans un mouvement commun avec le système considéré, soit à des centres mobiles compris dans le système de points qu'embrasse le signe $\sum$.

» Or, toutes les forces qui s'exercent sur une masse fluide ou ductile comme celle dont nous considérons l'écoulement semblent être dans ce cas, sans en excepter celles qui émanent de *parois mobiles*, telles que la face d'un piston; car cette force se trouve être, à l'égard des molécules sur lesquelles elle agit à des distances imperceptibles et qui suivent son mouvement de progression, dans le même cas que le centre mobile de la Terre à l'égard des diverses molécules soumises à l'action constante de la pesanteur.

» 6. Mais, à y regarder de plus près, on reconnaît que les forces constituant les *frottements* des parois ne sont point dans ce cas, qu'elles n'ont pas de potentiel ou que leurs composantes X, Y, Z ne satisfont pas à la triple condition

$$(11) \qquad \frac{dY}{dz} = \frac{dZ}{dy}, \quad \frac{dZ}{dx} = \frac{dX}{dz}, \quad \frac{dX}{dy} = \frac{dY}{dx},$$

nécessaire pour les démonstrations ci-dessus (n° 4) de la conservation des relations (3) ou $\xi = 0$, $\eta = 0$, $\zeta = 0$ entre les vitesses pendant tout le temps de l'écoulement.

» En effet, ces résistances au glissement tangentiel de la masse fluide ou plastique font nécessairement incliner, sur les faces solides frottantes ou résistantes, les files de molécules de la même masse qui leur étaient primitivement normales, et, ainsi, elles rendent obliquangles les éléments solides ou fluides primitivement orthogonaux à ces faces ou parois. Or on a, en général,

$$(12) \qquad \left(\frac{dv}{dz} + \frac{dw}{dy}\right) dt, \quad \left(\frac{dw}{dx} + \frac{du}{dz}\right) dt, \quad \left(\frac{du}{dy} + \frac{dv}{dx}\right) dt,$$

pour les petits rétrécissements que font éprouver les vitesses u, v, w, pendant un instant dt, aux angles plans primitivement droits ymz, zmx, xmy de trois côtés mx, my, mz adjacents, et parallèles aux x, y, z, des faces d'un élément cubique, ou pour les *glissements* relatifs, l'un devant l'autre, des côtés parallèles et opposés de ces trois faces, rapportés à l'unité des distances mutuelles de ces mêmes côtés. Or, le premier, par exemple, de ces trois rétrécissements ou glissements s'opère sans *rotation moyenne* si les petites lignes my, mz tournent *autant l'une que l'autre*, et dans deux sens opposés, autour du sommet commun m, en sorte que la diagonale de la

petite face carrée, dont elle forme deux côtés adjacents, reste immobile, ou, autrement dit, si l'on a

$$\frac{dv}{dz} = \frac{dw}{dy}.$$

» Mais il en est autrement si l'une de ces deux petites lignes reste fixe, tandis que l'autre tourne, c'est-à-dire si $\frac{dv}{dz}$ est nul et non pas $\frac{dw}{dy}$, ou réciproquement; car alors il y a de y en z, autour de mx, une rotation moyenne (*)

$$\frac{1}{2}\frac{dw}{dy}dt \quad \text{ou} \quad -\frac{1}{2}\frac{dv}{dz}dt.$$

» Or c'est ce qui arrive le long de toute face solide *frottante* ou résistant plus ou moins à un mouvement tangentiel de la matière contiguë.

» Le frottement des parois s'oppose donc à la nullité des rotations moyennes (9) ξ, η, ζ, ou à ce que (2) $u\,dx + v\,dy + w\,dz$ reste différentielle exacte. Cette force (le frottement) n'a pas de potentiel.

» 7. Et il n'y a là aucune contradiction avec ce qu'on démontre, comme on a dit, dans tous les Traités de Mécanique, à savoir que toutes les forces attractives ou répulsives émanant de centres d'action *fixes* et fonctions des distances à ces centres ont toujours un potentiel ou satisfont aux conditions (10), que ces centres soient éloignés ou qu'ils soient proches.

» Les molécules des parois frottantes ne peuvent pas, en effet, être regardées comme immobiles.

» Si elles l'étaient, il n'y aurait aucune résistance au glissement le long de leur surface dès que ce glissement aurait fait parcourir à la matière un espace imperceptible, tout au plus double du rayon d'activité sensible des répulsions et attractions exercées par les molécules de la paroi sur ses molécules propres. En effet, chacune de celles-ci, pendant la période de son éloignement d'une molécule de la paroi, éprouverait, suivant le sens du glissement, une suite d'actions justement égales et contraires à celles qu'elle aurait éprouvées pendant la période de son rapprochement; en sorte qu'au

(*) On peut s'étonner de voir qualifier de *rotation* un mouvement comme celui-ci, où, dans un élément contigu à la paroi, toutes les lignes parallèles à la paroi lui restent parallèles. Mais, parmi les lignes menées à travers cet élément, les parallèles dont nous parlons *sont les seules* à ne pas tourner. Toutes les autres, c'est-à-dire toutes celles qui sont ou perpendiculaires ou obliques à la paroi, éprouvent des rotations dans le sens rigoureux et admis de ce mot, en supposant même qu'elles ne fassent qu'une minime fraction du tour entier, et qu'elles ne doivent jamais l'achever.

total, et même à chaque instant, eu égard au grand nombre et à la diversité des distances des molécules deux à deux, la somme des actions, estimées dans ce sens, serait nulle.

» S'il en est autrement en réalité, si la somme en question a une grandeur finie qui constitue le frottement, cela tient à ce que les molécules de la paroi cèdent aux réactions accompagnant les actions qu'elles exercent. Elles prennent transversalement des mouvements vibratoires qui se transmettent au dehors, et dont il résulte que les angles formés par les directions des actions avec la direction du glissement sont généralement plus grands pendant la période de l'éloignement mutuel de deux molécules qui se repoussent que pendant la période de leur rapprochement. Et le contraire arrive pour celles qui s'attirent. La somme des composantes qui sont contraires au glissement excède donc la somme des composantes qui lui sont favorables, d'où une résistance résultante qui constitue le frottement (*). Et cette résistance étant due, comme on voit, à l'action de *centres mobiles* non compris dans le système considéré, *elle n'a pas de potentiel* ou ne satisfait pas à la condition (10) d'intégrabilité de la somme $X dx + Y dy + Z dz$ ou $\sum (X dx + Y dy + Z dz)$, propriété qui n'appartient qu'aux forces extérieures émanant de centres fixes, ou aux forces intérieures s'exerçant, deux à deux, entre points faisant partie du système.

» Il se produira, en conséquence, dans la matière qui s'écoule, et supposé même qu'il n'y en ait point eu initialement, de ces *rotations moyennes d'éléments*, définies par les expressions (9), qui empêchent le trinôme (2) $u dx + v dy + w dz$ de rester différentielle exacte, et le mouvement d'être régi rigoureusement par l'équation (5) $\frac{d^2\varphi}{dx^2} + \frac{d^2\varphi}{dy^2} + \frac{d^2\varphi}{dz^2} = 0$.

» 8. Qu'y a-t-il donc de mieux à faire cinématiquement, dans l'état actuel de l'analyse, pour déterminer des mouvements qui, en satisfaisant à l'équation (4) $\frac{du}{dx} + \frac{dv}{dy} + \frac{dw}{dz} = 0$ de conservation des volumes, soient aussi rapprochés que possible de ceux qui peuvent être pris par les points des masses en écoulement, afin, comme on a dit, d'être conduit par une suite

(*) J'ai présenté ces considérations sur le frottement, dès 1834, dans un Mémoire (14 avril) sur *la dynamique des fluides*. J'ajoutais (ainsi qu'à un Mémoire sur *la résistance des fluides*, 1847, *Comptes rendus*, 15 février, t. XXIV, p. 244) qu'il peut être regardé comme une consommation, par unité d'espace parcouru, de force vive de translation convertie en force vive de vibration et de rotation.

de comparaisons aux résultats d'expériences, à découvrir les lois dynamiques qui les régissent ou les forces qui les produisent?

» Comme il est probablement plus facile, au moyen de l'examen des blocs ductiles primitivement formés de plaques superposées, de mesurer les petites rotations ξ, η, ζ éprouvées par leurs éléments, que les vitesses u, v, w qu'ont eues leurs points, il ne serait peut-être pas impossible d'arriver à des expressions au moins fort approchées de ces vitesses, en appliquant l'analyse par laquelle M. Helmholtz déduit u, v, w de ξ, η, ζ supposés n'être pas nuls partout, et avoir pu être exprimés en des fonctions des coordonnées x, y, z; fonctions qui doivent satisfaire à la condition

(13) $$\frac{d\xi}{dx}+\frac{d\eta}{dy}+\frac{d\zeta}{dz}=0.$$

» Le géomètre-physicien de Heidelberg (dont je considère au seul point de vue cinématique l'œuvre citée ci-dessus) résout en effet par rapport à u, v, w les quatre équations (9) et (4) :

(14) $$\frac{dv}{dz}-\frac{dw}{dy}=-2\xi,\quad \frac{dw}{dx}-\frac{du}{dz}=-2\eta,\quad \frac{du}{dy}-\frac{dv}{dx}=-2\zeta,$$

(15) $$\frac{du}{dx}+\frac{dv}{dy}+\frac{dw}{dz}=0,$$

en prenant

(16) $$u=\frac{d\varphi}{dx}+\frac{dN}{dy}-\frac{dM}{dz},\quad v=\frac{d\varphi}{dy}+\frac{dL}{dz}-\frac{dN}{dx},\quad w=\frac{d\varphi}{dz}+\frac{dM}{dx}-\frac{dL}{dy};$$

L, M, N étant trois fonctions de x, y, z astreintes à vérifier la condition

(17) $$\frac{dL}{dx}+\frac{dM}{dy}+\frac{dN}{dz}=0,$$

et à être des intégrales *particulières*, du reste arbitraires, des trois équations différentielles qu'on a en L seul, en M seul, en N seul lorsqu'on substitue (16) dans (14) eu égard à cette condition; enfin, φ étant l'intégrale de

(18) $$\frac{d^2\varphi}{dx^2}+\frac{d^2\varphi}{dy^2}+\frac{d^2\varphi}{dz^2}=0,$$

prise de manière que si on la substitue dans les expressions (16) en même temps que les trois valeurs en x, y, z adoptées pour L, M, N, ces expressions (16) satisfassent aux conditions que doivent remplir les vitesses u, v, w aux limites de la masse ou portion de masse considérée (*).

(*) Il donne, comme expressions remplissant les conditions énoncées pour L, M, N, celles

» Il faudra, à cet effet, prendre pour φ, non pas une expression finie comme celle que semble indiquer M. Helmholtz, c'est-à-dire de la forme du

---

qui sont comprises dans la formule triple

$$(k) \qquad (\mathrm{L}, \mathrm{M}, \mathrm{N}) = \frac{1}{2\pi}\int\int\int \frac{(\xi_a, \eta_a, \zeta_a)}{\sqrt{(x-a)^2 + (y-b)^2 + (z-c)^2}}\, da\, db\, dc,$$

où $\pi = 3,14159\ldots$, et où ξ_a, η_a, ζ_a expriment, en a, b, c, les valeurs de ξ, η, ζ pour tous les points (a, b, c) de la masse ou de la partie de la masse mobile dans laquelle il y a des mouvements gyratoires, *si leurs axes de rotation, aux limites de cette masse, sont tangents à la surface qui la termine*. Cette condition se trouve remplie dans nos écoulements de matière si, à ce que contient le vase à une époque quelconque, on ajoute une portion du *jet* hors de l'orifice, telle que les rotations à son extrémité puissent être supposées nulles; en sorte qu'il n'est pas nécessaire d'augmenter la masse donnée d'une masse fictive, comme l'indique M. Helmholtz pour les cas où la masse réelle ne remplit pas à ses limites propres la condition énoncée.

En effet, les trois équations différentielles en L, M, N respectivement, qui résultent de la substitution de (16) dans (14) eu égard à (15), sont comprises dans

$$(l) \qquad \frac{d^2(\mathrm{L}, \mathrm{M}, \mathrm{N})}{dx^2} + \frac{d^2(\mathrm{L}, \mathrm{M}, \mathrm{N})}{dy^2} + \frac{d^2(\mathrm{L}, \mathrm{M}, \mathrm{N})}{dz^2} = -z(\xi, \eta, \zeta).$$

Elles sont bien satisfaites par les expressions (k), d'après la propriété connue et facilement démontrable du potentiel des attractions inverses des carrés des distances, exercées par tous les points (a, b, c) d'un espace sur un point unique (x, y, z) *dans le cas où celui-ci se trouve à l'intérieur* de la masse attirante; car on sait qu'alors le $\frac{d^2}{dx^2} + \frac{d^2}{dy^2} + \frac{d^2}{dz^2}$ de ce potentiel, exprimé par une intégrale triple comme celle de (k), est égal, non pas à zéro, comme quand le point (x, y, z) est extérieur, mais à $-4\pi\rho$, ρ étant la densité autour de ce point.

Et, quant à (15) $\frac{d\mathrm{L}}{dx} + \frac{d\mathrm{M}}{dy} + \frac{d\mathrm{N}}{dz}$, si on le compose avec les expressions (k) différentiées, en intégrant ensuite par parties les trois termes par rapport à a, b, c, après avoir représenté le radical par r et avoir écrit $-\frac{d\left(\frac{1}{r}\right)}{d(a, b, c)}$ au lieu de $\frac{d\left(\frac{1}{r}\right)}{d(x, y, z)}$, qui y équivaut, on obtient, $d\omega$ représentant les éléments superficiels de la surface de la masse fluide considérée, et α, 6, γ les angles de leurs normales avec les x, y, z :

$$\frac{1}{2\pi}\int(\xi_a \cos\alpha + \eta_a \cos 6 + \zeta_a \cos\gamma)\frac{d\omega}{r} - \frac{1}{2\pi}\int\int\int\left(\frac{d\xi_a}{da} + \frac{d\eta_a}{db} + \frac{d\zeta_a}{dc}\right)\frac{da\,db\,dc}{r}.$$

La parenthèse du second terme est identiquement nulle d'après (10), et celle du premier terme est nulle aussi, puisque l'axe de la rotation, dont les angles avec les axes coordonnés ont des cosinus proportionnels à ξ_a, η_a, ζ_a, est supposé, aux limites, être perpendiculaire aux normales des éléments superficiels de la surface-enveloppe. En sorte que $\frac{d\mathrm{L}}{dx} + \frac{d\mathrm{M}}{dy} + \frac{d\mathrm{N}}{dz}$ est bien égal à zéro, et les expressions (k) remplissent les conditions énoncées.

potentiel de l'attraction d'une masse sur un point *extérieur*, ou de la forme (k) de la note, avec une fonction arbitraire de a, b, c au numérateur; mais, plutôt, une expression en série infinie

$$(18)\qquad \varphi = \sum \mathrm{A}\, e^{mx} e^{ny} e^{pz},$$

m, n, p, tant réels qu'imaginaires, étant liés par $m^2 + n^2 + p^2 = 1$; car cette forme permettra mieux de faire remplir aux trois trinômes (16) les conditions définies relatives aux limites.

» 9. Mais cette application de l'analyse citée sera compliquée et très-difficile, même en adoptant pour ξ, η, ζ des fonctions très-simples de x, y, z. Je pense qu'il convient de commencer les recherches de cinématique sur les masses ductiles qui s'écoulent, par quelque chose de plus facile, bien qu'exigeant déjà des calculs de séries transcendantes, savoir : en prenant pour hypothèse, comme il a été dit au n° 2, expressions (6),

$$(19)\qquad u = \frac{1}{a^2}\frac{d\varphi}{dx},\quad v = \frac{1}{b^2}\frac{d\varphi}{dy},\quad w = \frac{1}{c^2}\frac{d\varphi}{dz},$$

où a, b, c sont des nombres constants (l'un des trois peut être toujours fait égal à l'unité) dont les rapports mutuels $\frac{b}{a}$, $\frac{c}{a}$ seront d'abord indéterminés, et dont les comparaisons à l'expérience apprendront ensuite à faire le choix dans chaque cas.

» Observons que de cette supposition il résulte, en substituant dans (9)

$$(20)\qquad \xi = \frac{b^2 - c^2}{2b^2c^2}\frac{d^2\varphi}{dy\,dz},\quad \eta = \frac{c^2 - a^2}{2c^2a^2}\frac{d^2\varphi}{dz\,dx},\quad \zeta = \frac{a^2 - b^2}{2a^2b^2}\frac{d^2\varphi}{dx\,dy}.$$

Et, si l'on fait

$$(21)\qquad g_{yz} = \frac{dv}{dz} + \frac{dw}{dy},\quad g_{zx} = \frac{dw}{dx} + \frac{du}{dz},\quad g_{xy} = \frac{du}{dy} + \frac{dv}{dx},$$

c'est-à-dire si, pour le point (x, y, z), on appelle g_{yz} *la vitesse de glissement relatif instantané*, l'une devant l'autre, de petites lignes matérielles très-proches, parallèles aux y et situées dans un plan parallèle aux yz, ou, ce qui est la même chose, de lignes parallèles aux z situées dans ce même plan, pour l'unité de leur distance mutuelle, et g_{zx}, g_{xy} les vitesses analogues de glissement pour les autres directions indiquées, il résulte de la même supposition (19) qu'on a

$$(22)\qquad \frac{\xi}{g_{yz}} = \frac{1}{2}\frac{b^2 - c^2}{b^2 + c^2},\quad \frac{\eta}{g_{zx}} = \frac{1}{2}\frac{c^2 - a^2}{c^2 + a^2},\quad \frac{\zeta}{g_{xy}} = \frac{1}{2}\frac{a^2 - b^2}{a^2 + b^2};$$

c'est-à-dire que chaque composante de vitesse moyenne de rotation est dans un rapport constant avec la vitesse de glissement correspondante, ou dépendant du mouvement de lignes situées dans les mêmes trois plans.

» Or c'est là une supposition très-plausible, au moins comme approximation, car: 1° dans l'axe du vase, où les glissements sont nuls, les rotations sont nulles aussi; 2° il doit en être de même sous la face du piston qui chasse la matière; 3° pour des points situés sur une même horizontale, c'est auprès des parois verticales que les glissements sont à leur maximum : or c'est là que les rotations sont à leur maximum aussi; 4° pour des points situés sur une même verticale, les deux *maxima* ont également lieu au même endroit, savoir : au fond.

» Voici les solutions que nous donnons en conséquence du problème de cinématique des mouvements de tous les points de masses ductiles s'écoulant hors de vases, soit rectangulaires, soit cylindriques.

» 10. *Premier problème*. — Vase rectangulaire de largeur $2R$ dans le sens de la coordonnée horizontale x, et de hauteur H dans le sens de la coordonnée verticale z, qui est comptée de haut en bas à partir de la surface supérieure primitive de la matière; orifice horizontal rectangle de largeur $2R_1$ ayant la même médiane que le fond, et aussi la même longueur dont on fera abstraction; h hauteur de la matière au bout du temps t; V la vitesse de descente du piston ou vitesse verticale des molécules de la face supérieure du bloc; $f(x)$ composante verticale de la vitesse à travers l'orifice.

» En faisant (numéro précédent) $a^2 = 1$, $c^2 = \eta^2$, ou en prenant pour hypothèse (η n'ayant plus la signification ci-dessus)

$$u = \frac{d\varphi}{dx}, \quad w = \frac{1}{\eta^2}\frac{d\varphi}{dz}, \tag{23}$$

les équations du problème, qui sont

$$\frac{du}{dx} + \frac{dw}{dz} = 0, \quad \text{ou} \quad \frac{d^2\varphi}{dx^2} + \frac{1}{\eta^2}\frac{d^2\varphi}{dz^2} = 0,$$

$$\left(\frac{d\varphi}{dx}\right)_{x=0} = 0, \quad \left(\frac{d\varphi}{dx}\right)_{x=R} = 0, \quad \frac{1}{\eta^2}\left(\frac{d\varphi}{dz}\right)_{z=H-h} = V,$$

$$\frac{1}{\eta^2}\left(\frac{d\varphi}{dz}\right)_{z=H} = \begin{cases} f(x) & \text{de } x = 0 \text{ à } x = R_1, \\ 0 & \text{de } x = R_1 \text{ à } x = R; \end{cases}$$

$f(x)$ étant nécessairement tel que

$$VR = \int_0^{R_1} f(x)\,dx, \tag{24}$$

ont pour solution

$$(25)\quad \begin{cases} \dfrac{1}{\eta^2}\varphi = \mathrm{V}(y - \mathrm{H} + h) \\ \quad + \dfrac{2}{\pi\eta}\displaystyle\sum_{i=1}^{i=\infty}\dfrac{1}{i}\left(\int_0^{\mathrm{R}_1} fx' \cos\dfrac{i\pi x'}{\mathrm{R}}\, dx'\right) \dfrac{e^{i\pi\eta\frac{z-\mathrm{H}+h}{\mathrm{R}}} + e^{-i\pi\eta\frac{z-\mathrm{H}+h}{\mathrm{R}}}}{e^{\frac{i\pi\eta h}{\mathrm{R}}} - e^{-\frac{i\pi\eta h}{\mathrm{R}}}} \cos\dfrac{i\pi x}{\mathrm{R}}, \end{cases}$$

d'où les vitesses

$$(26)\quad \begin{cases} u = -\dfrac{2}{\mathrm{R}}\displaystyle\sum_1^{\infty}\left(\int_0^{\mathrm{R}_1} fx' \cos\dfrac{i\pi x'}{\mathrm{R}}\, dx'\right) \dfrac{e^{i\pi\eta\frac{z-\mathrm{H}+h}{\mathrm{R}}} + e^{-i\pi\eta\frac{z-\mathrm{H}+h}{\mathrm{R}}}}{\dfrac{1}{\eta}\left(e^{\frac{i\pi\eta h}{\mathrm{R}}} - e^{-\frac{i\pi\eta h}{\mathrm{R}}}\right)} \sin\dfrac{i\pi x}{\mathrm{R}}, \\ w = \mathrm{V} + \dfrac{2}{\mathrm{R}}\displaystyle\sum_1^{\infty}\left(\int_0^{\mathrm{R}_1} fx' \cos\dfrac{i\pi x'}{\mathrm{R}}\, dx'\right) \dfrac{e^{i\pi\eta\frac{z-\mathrm{H}+h}{\mathrm{R}}} - e^{-i\pi\eta\frac{z-\mathrm{H}+h}{\mathrm{R}}}}{e^{\frac{i\pi\eta h}{\mathrm{R}}} - e^{-\frac{i\pi\eta h}{\mathrm{R}}}} \cos\dfrac{i\pi x}{\mathrm{R}}. \end{cases}$$

ASTRONOMIE. — *Remarques sur la relation entre les protubérances et les taches solaires.* Lettre du **P. Secchi** à M. le Secrétaire perpétuel.

« Rome, ce 27 janvier 1869.

» Je viens de recevoir les *Comptes rendus* du 18 janvier, où se trouve une communication très-intéressante de M. Janssen, sur la relation entre les protubérances et les taches. De mon côté, j'étais déjà arrivé à la même conclusion. Les 4, 5 et 6 janvier, j'avais remarqué que, près des taches, la raie noire C disparaissait, ce qui prouve que la lumière de l'hydrogène était alors assez forte pour compenser l'absorption du reste de l'atmosphère solaire. Dans l'intérieur des taches, on ne voit pas de raie brillante. C'est surtout dans la région des facules environnant la tache que la raie C s'affaiblit ou disparaît complétement. Il paraît qu'on ne pourra jamais voir directement les raies brillantes sur le Soleil lui-même; mais la disparition de la raie C suffit pour constater la présence d'une protubérance.

» Après avoir trouvé que la raie lumineuse du jaune ne coïncide pas avec D, j'ai voulu chercher si elle ne paraîtrait pas dans l'étoile Cassiopée, qui nous présente le spectre de l'hydrogène. Je crois avoir vu réellement dans cette région une raie brillante. Je trouve même cette raie lumineuse du jaune notée dans les observations de l'année dernière, époque à laquelle je ne songeais pas à cette raie. Sans doute, il est très-difficile de la mesurer

exactement, car elle est très-voisine de la raie D'', et il y a confusion, car on ne peut pas, pour cette étoile, employer une forte dispersion.

» Enfin, je crois même avoir vu des traces de vapeur d'eau dans le Soleil, et surtout dans le voisinage des taches. On voit là les mêmes séries de raies nébuleuses que lorsque les cirrus vont traverser le champ de la lunette. Mais cela demanderait à être appuyé par de nouvelles observations. Ces recherches ont été interrompues par les observations que nous avons faites pour la détermination de la longitude entre Rome et Naples, et je me propose de les poursuivre.

» On doit, sans aucun doute, à M. Janssen d'avoir fait faire un grand pas à la connaissance du Soleil, et tout ce que nous trouverons sur ce sujet sera dû à son admirable initiative.

« *P. S.* Les savants de Paris ayant à leur disposition tant de moyens de recherches, ne pourraient-ils pas essayer la lumière spectrale de l'hydrogène brûlant ou incandescent, sous une très-forte pression? M. H. Sainte-Claire Deville, qui a trouvé de si belles choses sur la combustion des gaz comprimés, ne pourrait-il pas aider les astronomes? Je vous prie de lui adresser cette prière. »

M. H. Sainte-Claire Deville, après avoir entendu la lecture de cette Lettre, ajoute :

« Je réponds à la très-bienveillante interpellation du R. P. Secchi que dans deux mois je posséderai, grâce au Ministre de la Marine, tous les éléments nécessaires à la solution de bien des questions, et en particulier à la détermination de la température des couches gazeuses du Soleil. Cette solution serait bien plus grande et plus complète si j'étais assez heureux pour obtenir du savant Astronome romain qu'il vînt lui-même faire les expériences dans mes nouveaux appareils à pression. »

GÉOLOGIE. — **M. de Tchihatchef** adresse de Rome à l'Académie les deux derniers volumes de sa *Géologie de l'Asie Mineure*, accompagnés de la Note suivante :

« Je viens demander à l'Académie la permission de lui offrir les deux derniers volumes de la *Géologie de l'Asie Mineure* dont elle a bien voulu accepter l'année passée le premier volume, contenant la description des roches éruptives et des terrains de transition. Le travail que j'ai l'honneur de soumettre aujourd'hui à son indulgente appréciation est consacré à

l'étude des terrains secondaires, tertiaires et post-tertiaires. Limités aux seuls dépôts jurassiques et crétacés, et d'ailleurs très-pauvres en restes organiques, les terrains secondaires n'occupent dans le tableau géologique de l'Asie Mineure qu'une place comparativement restreinte; par contre, les terrains tertiaires y jouent un rôle tellement important, sous le double rapport de leur développement et de leurs richesses paléontologiques, que la majeure partie de mon travail est consacrée à l'étude de ces terrains, surtout des terrains tertiaires inférieur et moyen : tous deux sont remarquables, non-seulement à cause des particularités qui leur sont propres, mais encore eu égard aux conclusions intéressantes qu'ils suggèrent sur beaucoup de questions relatives à la formation du bassin de la mer Noire, des soulèvements et immersions plusieurs fois répétés que cette partie du continent asiatique a dû subir, etc.

» La description de chacun des terrains qui font l'objet de mon travail est terminée par un résumé des traits les plus saillants qui les caractérisent, de même que par un coup d'œil sur les points de similitude ou de dissemblance que présentent ces terrains comparés à ceux des contrées limitrophes, telles que la Turquie d'Europe, la Grèce, le midi de la Russie européenne, la Perse, la Syrie, le Caucase, etc.

» Un résumé, embrassant la totalité des phénomènes développés dans les trois volumes de la *Géologie de l'Asie Mineure*, sert de clôture à l'ensemble de cet ouvrage.

» Il serait presque superflu d'ajouter qu'en entreprenant, à moi seul, l'exploration géologique d'une vaste contrée inconnue, je n'ai pu prétendre qu'au rôle de pionier préparant le terrain pour ceux qui, munis de toutes les ressources dont j'ai été privé, entreront un jour dans la voie que j'ai ouverte pour faire définitivement connaître la plus belle et la plus intéressante contrée de l'Orient; toutefois, qu'il me soit permis de rappeler que mes études géologiques ne constituent qu'une partie d'une longue série de travaux embrassant presque toutes les branches des sciences naturelles, et dont les résultats, fruit de vingt années de labeur, ont été consignés dans huit volumes que j'ai eu l'honneur de présenter successivement à l'Académie. »

« **M. le Secrétaire perpétuel**, après avoir lu la Lettre de M. Pierre de Tchihatchef, rappelle l'exploration de l'Altaï faite antérieurement par ce savant voyageur en 1842. Les observations de tous genres, recueillies dans ce groupe montagneux, auparavant si peu connu, après avoir été l'objet

d'un Rapport à l'Académie (1), ont été réunies par M. de Tchihatchef, dans un ouvrage écrit en français et publié à Paris en 1845.

» C'est à partir de cette époque que l'auteur, qui avait déjà parcouru l'Asie Mineure dans une mission diplomatique, s'est consacré à l'étude de cette vaste et intéressante contrée, qui, depuis Xénophon, a occupé un si grand nombre de savants. Sur les traces de Tournefort, il y a réuni les éléments d'un important ouvrage de botanique, qu'il a présenté à l'Académie dans ces dernières années.

» Les deux volumes présentés aujourd'hui, comprenant les terrains secondaires et tertiaires, précédés d'un premier volume consacré aux roches-éruptives et aux dépôts paléozoïques, et d'un volume détaché spécialement relatif au Bosphore et à Constantinople, complètent la partie géologique du travail du savant Correspondant de l'Académie, qui comprend, outre le texte, une grande carte topographique publiée à Paris et une carte géologique publiée en Allemagne, chez M. Julius Perthes. Cette dernière a été reproduite dans les cartes géologiques de l'Europe, par sir Roderick Murchison et par M. André Dumont. Elle a déjà fait entrer l'Asie Mineure dans le cadre des contrées géologiquement connues, et le grand ouvrage que l'auteur vient d'achever ne pourra que lui confirmer ce privilége tout nouveau pour un pays asiatique soumis aux lois du Koran. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de l'un de ses Membres qui devra faire partie de la Commission mixte, chargée de juger les ouvrages adressés pour le concours du prix triennal fondé par *M. Louis Fould* sur l'Histoire des Beaux-Arts avant le siècle de Périclès.

M. Cloquet réunit la majorité des suffrages.

MÉMOIRES LUS.

TOXICOLOGIE. — *Mémoire sur l'empoisonnement par la coralline; par* **M. A. Tardieu.** (Extrait par l'auteur.)

« Je prie l'Académie de me permettre de l'entretenir de quelques faits récents, non encore étudiés, et qui méritent d'être signalés à l'attention publique.

---

(1) *Comptes rendus*, t. XX, p. 1389 (séance du 12 mai 1845).

» Je veux parler des accidents que peut déterminer l'emploi, dans la teinture, d'une matière colorante nouvelle, la *coralline*, qui, ainsi que je m'en suis assuré expérimentalement, constitue un violent poison.

» Au mois de mai de l'année dernière (1868), bien avant que rien de pareil fût venu à ma connaissance, je fus consulté par un jeune homme de vingt-trois ans, admirablement constitué et exempt de tout vice herpétique, qui était atteint aux deux pieds d'une éruption vésiculeuse, très-aiguë et très-douloureuse, qui, au premier abord, aurait pu être prise pour un eczéma. Mais cette éruption offrait ceci de particulier, quelle était exactement bornée à la partie du pied que recouvre la chaussure, et qu'elle dessinait sur la peau la forme parfaitement régulière du soulier-escarpin que portait le jeune homme, comprenant ainsi la face et le bord plantaires et ne dépassant pas, sur le dos du pied, la racine des orteils.

» Le siége et la forme si particulière de l'éruption m'avaient sur-le-champ donné à penser que la cause en était toute locale; et je n'hésitai pas à en rechercher l'origine dans la chaussure que portait le jeune homme. Il venait précisément de faire usage depuis quelques jours de chaussettes de soie rouge, d'une nuance très-élégante, que la mode s'apprêtait à répandre.

» Nous avons donc repris les chaussettes qui avaient déterminé les accidents observés par moi dans le cas dont j'ai parlé. Après nous être assuré qu'elles ne cédaient aucune matière soluble à l'eau froide ou bouillante, à l'eau faiblement acidulée, ni à l'eau alcaline, nous les avons traitées par l'alcool à 85 degrés bouillant, dans lequel s'est dissoute rapidement la matière colorante rouge. Cette solution alcoolique, évaporée à sicité, nous a donné un extrait dont les propriétés vénéneuses nous ont été révélées par les expériences suivantes. La matière colorante desséchée, redissoute dans une petite quantité d'alcool, a été injectée, à l'aide de la seringue de Pravaz, sous la peau de la cuisse d'un chien, d'un lapin et d'une grenouille. Les trois animaux sont morts.

» Il ne pouvait rester de doute sur les propriétés vénéneuses de la matière rouge dont le tissu de soie était teint. Mais nos recherches fussent restées incomplètes, si nous ne les avions répétées et confirmées avec la coralline elle-même (1).

---

(1) On sait que la coralline ou péonine, découverte par M. Persoz fils en 1860, dérive de l'acide rosolique, lequel lui-même est un dérivé par oxydation de l'acide phénique. Elle se forme dans un appareil autoclave, chauffé à + 150 degrés, par le contact de l'acide rosolique

» Il m'a paru curieux de pousser plus loin les investigations, de révivifier en quelque sorte la coralline, tout comme on a coutume de le faire dans la recherche médico-légale des poisons, c'est-à-dire de l'extraire, avec ses caractères distinctifs, des organes où elle avait pu être portée par absorption; et, par un procédé très-ingénieux, dû à M. Roussin, nous avons pu teindre en rouge un écheveau de soie, avec la matière colorante retirée des poumons et du foie des animaux empoisonnés. La coralline, qui avait donné lieu à l'empoisonnement, a été décelée par sa propriété caractéristique de matière tinctoriale, tout comme le sont l'atropine ou la digitaline par le pouvoir qu'elles possèdent de dilater la pupile ou d'arrêter les battements du cœur. C'est là, on en conviendra, une nouvelle application, aussi heureuse qu'inattendue, de la méthode physiologique et expérimentale que je me suis efforcé de généraliser et de poursuivre dans la recherche des poisons organiques.

» Ces expériences et les résultats si précis qu'elles ont fournis sont, si je ne m'abuse, de nature à donner l'explication la plus complète et la plus claire des faits à l'occasion desquels j'avais cru devoir les entreprendre.

» La coralline, en effet, est, à n'en pas douter, un poison d'une grande énergie. Introduite dans l'économie vivante, même à petite dose, elle peut causer la mort.

» Elle agit à la façon des poisons irritants, notamment des substances dites *drastiques*, de l'huile de *croton tiglium* par exemple, dont elle reproduit à la fois l'action locale sous la forme d'une éruption vésiculeuse très-aiguë, et les effets généraux tels que l'inflammation du tube digestif. Absorbée et portée dans la profondeur des organes, elle y provoque d'une part la stéatose, cette dégénérescence graisseuse que produisent diverses espèces de poison, le phosphore, l'ammoniaque, l'arsenic; et d'une autre part, elle s'y concentre, et peut en être extraite en conservant sa couleur spéciale et ses propriétés tinctoriales.

» Les accidents qu'a déterminés la coralline chez l'homme se sont bornés jusqu'ici à une affection locale fort douloureuse et à quelques troubles de la santé générale, heureusement sans gravité. Mais il n'est nullement prouvé, à en juger par les effets rapidement mortels qu'elle a produits sur

---

et de l'ammoniaque. On obtient de la sorte une matière solide, en paillettes d'un rouge pivoine à reflets vert ou jaune sombre, à peu près insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool et les corps gras, et qui présente tous les caractères d'un acide amidé. Jusqu'à ce jour, cette substance n'a été que fort peu exploitée en France; les chaussettes incriminées sont de fabrication et de teinture anglaises.

les animaux, qu'elle ne puisse, dans certaines circonstances, exposer l'homme lui-même à de plus sérieux dangers.

» La science possédait déjà plus d'un exemple d'accidents produits par des matières colorantes. Le vert de Schweinfurt appliqué à la coloration de certains vêtements ou de papiers de tentures, le blanc de plomb étendu sur des dentelles, d'autres substances encore avaient fait de trop nombreuses victimes. Mais, jusqu'ici, ces matières colorantes vénéneuses étaient toutes d'origine minérale, aucune matière colorante organique n'avait été signalée comme poison avant la coralline.

« Les recherches que je viens d'avoir l'honneur de soumettre à l'Académie permettraient à la fois d'en surveiller l'emploi, d'en reconnaître les effets et même d'en déceler la présence.

» La coralline appartient à une classe de corps dont le progrès incessant des arts chimiques accroît chaque jour le nombre. C'est là une preuve nouvelle de l'intérêt considérable qu'il y a pour la science de l'hygiène, et pour la médecine légale elle-même, à suivre la marche et les progrès de l'industrie, et à étudier l'influence que ses plus récentes conquêtes peuvent exercer sur la santé des hommes. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE. — *Réponse à une Lettre de* M. F. Carré, *insérée au* Compte rendu *du* 18 *janvier, au sujet d'une machine électrique ; par* **M. Demoget.** (Extrait.)

(Commissaires précédemment nommés : MM. Balard, Edm. Becquerel, Jamin.)

« La première partie de la Note que j'ai adressée à l'Académie, le 11 janvier, et à laquelle M. Carré s'est proposé de répondre, avait pour but de revendiquer la priorité pour l'appareil diélectrique, et pour un autre appareil fondé sur le même principe, mais à double plateau. A l'appui de cette partie de ma Note, j'avais joint des extraits du Mémoire déposé à l'Académie de Metz, le 29 octobre dernier, *certifiés par le Président, pour copie conforme.* Ces extraits contiennent la description des deux appareils, et sont accompagnés de figures à l'échelle de 10 centimètres pour mètre, qui ne laissent aucun doute sur la *parfaite identité* qui existe entre l'appareil présenté par M. Carré et le mien.

» La deuxième partie faisait connaître les conditions dans lesquelles je place la machine de Holtz pour obtenir en tous temps des effets constants,

et cela même (malgré les affirmations de M. Carré) lorsque l'atmosphère est complétement saturée de vapeur d'eau et à la température de 15 à 20 degrés, et même 30. J'ajouterai que l'on peut placer l'appareil diélectrique dans les mêmes conditions.

» Or, ces deux parties de ma Note n'avaient rien de commun entre elles, et le *Compte rendu* du 11 janvier, bien que très-laconique, ne permet pas de les confondre.

» D'après ce qui précède, on voit que la priorité scientifique m'est bien acquise, depuis le 29 octobre dernier, tandis que la date la plus ancienne que peut désigner M. Carré ne remonte qu'au 10 novembre, époque à laquelle il a pris un brevet pour s'assurer la propriété commerciale de son appareil, propriété que je ne lui envie nullement.

» Enfin, j'affirme de nouveau que ces appareils fonctionnent dans mon cabinet depuis dix-huit mois, et qu'ils m'ont servi à faire toutes les recherches consignées dans le long Mémoire dont j'ai adressé des extraits, et qui forme un traité complet des phénomènes d'influence statique, dans lequel ils sont décrits et dessinés. »

M. **Legrand** adresse de Montpellier une Note sur l'erreur que comportent l'observation du passage de Mercure sur le Soleil et beaucoup d'autres observations astronomiques.

Suivant l'auteur, les différences des temps notés par divers observateurs dans le même lieu, au dernier passage de Mercure, pouvaient être prévues par cette simple remarque que, lorsqu'un objet sous-tend un angle égal ou inférieur à une minute, il ne peut former qu'un simple point pour les vues les plus communes; il serait, dès lors, impossible de compter, pour l'évaluation des temps dans l'observation de phénomènes de ce genre, sur une limite d'erreur moindre que l'étendue angulaire de ce qu'on peut appeler le *point physique*.

(Commissaires : MM. Mathieu, Laugier, Faye.)

M. **Poulet** envoie une rectification à un passage de ses « Études statistiques sur la phthisie », adressées pour le concours du prix de Statistique.

(Renvoi à la Commission.)

M. H. **Meyer** adresse de Charleston une suite à ses « Recherches sur les problèmes indéterminés ».

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. Moreau adresse un Mémoire intitulé : « De la Chimie dans ses rapports avec la Physique générale ».

(Renvoi à la Section de Chimie.)

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre de l'Instruction publique invite l'Académie à lui présenter une liste de deux candidats pour la chaire de Zoologie (Annélides, Mollusques, Zoophytes), vacante au Muséum d'Histoire naturelle de Paris, par suite de la nomination de *M. Lacaze-Duthiers* à une chaire de la Faculté des Sciences.

Cette Lettre sera transmise à la Section de Zoologie.

M. Janssen adresse une dépêche télégraphique datée de Simla (Himalaya), et qui est ainsi conçue :

« Paris-Simla 139 20 27 4 17 S Via W B. — Hydrogen's lines visible in all circumference of Sun; protuberances only elevated portions of this atmosphere. — Janssen. » Ce que l'on peut traduire comme il suit : « Les lignes de l'hydrogène sont visibles sur toute la circonférence du Soleil; les protubérances ne sont que des parties élevées de cette atmosphère hydrogénée. »

L'Académie reçoit, en outre, communication de deux Lettres de M. Janssen, datées, l'une du 21 décembre et adressée à M. Élie de Beaumont, l'autre du 2 janvier et adressée à M. le Ministre de l'Instruction publique. Ces deux Lettres reproduisent les détails qui sont contenus dans celle qui a été insérée au *Compte rendu* du 25 janvier.

M. le Ministre informe l'Académie qu'il lui paraît urgent d'autoriser M. Janssen à continuer sa mission : il vient de lui écrire par le télégraphe qu'il peut poursuivre ses recherches, et que les fonds nécessaires seront mis à sa disposition.

COSMOGRAPHIE. — *Sur l'atmosphère solaire.* Lettre de **M. F. Angelot** à M. Élie de Beaumont.

« Depuis la dernière grande éclipse de Soleil, les observations faites pendant sa durée paraissent avoir conduit divers astronomes à admettre que la lumière de l'atmosphère solaire est due à une grande combustion de

gaz hydrogène. Cette idée n'est pas nouvelle. Il y a près de trente ans que je l'ai émise pour la première fois.

» Dans la séance de la Société Géologique de France du 11 janvier 1841 (1re série, t. XII, p. 97 et suiv., du *Bulletin* de cette Société), partant de l'identité de composition de tous les corps du système solaire, démontrée par celle des aérolithes; de l'importance des masses d'eau à la surface du Soleil, que celles qui couvrent les trois quarts de notre globe nous autorisent à admettre par analogie, je cherchais à établir par divers moyens d'induction que la décomposition et la recomposition alternatives de ces masses d'eau permettaient d'expliquer tous les phénomènes apparents que nous présente l'atmosphère solaire.

» La surface liquide ou solide du globe solaire, douée d'une énorme température, décompose l'eau qui forme la plus grande partie de son atmosphère; l'hydrogène et l'oxygène, ainsi désunis et suréchauffés, remontent à la partie supérieure de cette atmosphère, où un certain abaissement de la température leur permet de se combiner de nouveau pour redescendre et se décomposer encore, et ce jeu de va-et-vient, de composition et de décomposition alternatives de l'eau, fournit indéfiniment les mêmes éléments à cette immense combustion, qui ne doit avoir de terme qu'un refroidissement suffisant de la surface du globe solaire.

» Le développement de cette hypothèse se trouve dans le Recueil que je viens de citer. »

M. **Élie de Beaumont**, à l'occasion de la communication de *M. Firmin Angelot*, soumet à l'Académie les réflexions suivantes :

« Le P. Secchi, à la suite de ses importantes observations spectroscopiques, a divisé les étoiles en trois classes, se rapportant à trois types différents, où il indique encore des variétés, savoir : 1° *le type des étoiles blanches ou bleues*, telles que α de la Lyre, α du Grand Chien (Sirius), etc.; 2° *le type des étoiles à larges zones*, telles que α d'Orion, α d'Hercule, qui ont pour la plupart une *lumière rouge* et dont plusieurs paraissent entourées d'atmosphères épaisses et très-absorbantes, type qui renferme, dit le P. Secchi, les astres les plus curieux du ciel; et 3° enfin *le type des étoiles jaunes à raies fines ou à bandes très-faibles*, telles que α du Bouvier, dont la lumière ne diffère en rien de la *lumière solaire* et qui paraît comprendre à peu près la moitié des étoiles du firmament (1).

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXIII, p. 626 (séance du 13 octobre 1866), et t. LXIV, p. 346, 738 et 774 (séances des 25 février, 8 et 15 avril 1867).

» Le Soleil, qui, d'après la nature de sa lumière, se rapporte au troisième type, présente les raies de l'hydrogène, gaz qui, en brûlant, donnerait de l'eau dont l'illustre astronome du Collége romain croit, en effet, apercevoir la vapeur dans le Soleil (*voir* ci-dessus, p. 238); mais ce seraient sans doute les étoiles du troisième type surtout qui devraient principalement leur lumière, de même que le Soleil, à la combustion de l'hydrogène, et, dans le même ordre de suppositions, il semblerait que les étoiles des deux autres types devraient tirer la leur, au moins en partie, de la combustion de corps autres que l'hydrogène. Je trouve, au surplus, ces propres paroles dans une des communications spectroscopiques, si pleines d'intérêt, que le P. Secchi a faites à l'Académie : « Je me permettrai ici de » rappeler une observation curieuse que je viens de faire sur le spectre » d'une flamme terrestre, qui m'a vivement frappé à cause de sa ressem- » blance avec le spectre de certaines étoiles jaunes et rouges. Cette flamme » est celle qui sort de la cornue dans laquelle on fait l'acier Bessemer. Ce » spectre, bien connu des directeurs de forges, lorsque le fer est complé- » tement décarburé, présente une série de raies très-fines et très-nom- » breuses, disposées par groupes et colonnades qui rappellent celui de » α Orion et α Hercule; seulement il paraît renversé. Il est sans doute dû » à un grand nombre de métaux qui brûlent dans la flamme, et présente » plusieurs lignes bien connues et bien déterminées; je ne cite ce fait que » d'une manière générale, n'ayant pas eu le temps de l'étudier. Cette » flamme est la seule qui jusqu'ici m'ait présenté un spectre comparable » à celui des étoiles colorées; nous savons d'ailleurs que cela n'a rien d'im- » probable, surtout en connaissant la composition des aérolithes où le fer » prédomine. Mais il m'a paru important de pouvoir signaler, dans nos » flammes terrestres, une si belle source d'études spectrales se rapprochant » des spectres si extraordinaires de certaines étoiles. Je dois cette obser- » vation à l'obligeance de M. Lemonnier, directeur des travaux des forges » de Terre-Noire, près Saint-Étienne (1). »

» Je me suis demandé, de mon côté, si ces larges et curieux aperçus, qui ouvrent un champ si nouveau aux spéculations cosmologiques, ne pourraient pas être mis en rapport avec l'histoire probable de la Terre.

» Suivant Descartes, la Terre serait un soleil éteint. Cela supposerait que la Terre a autrefois éclairé l'espace, par la combustion des différents métaux qui entrent dans la composition de son enveloppe oxydée et par celle

(1) *Comptes rendus*, t. LXV, p. 562 (séance du 30 septembre 1867).

de l'hydrogène, qui fait aujourd'hui partie de l'eau de la mer. Dans les différentes phases de cette longue conflagration, la Terre a dû émettre une lumière de nature variable, susceptible de donner différents systèmes de raies. Peut-être pourrait-on conjecturer que les étoiles dont les lumières diffèrent les unes des autres sont des globes où la combustion est arrivée à des phases diverses, comparables à celles que le globe terrestre a traversées successivement.

» D'après notre savant confrère, M. Henri Sainte-Claire Deville (1), la *dissociation* des éléments de l'eau s'effectue vers le point de fusion de l'argent, c'est-à-dire vers 960 ou 1000 degrés centigrades environ; elle est encore plus complète de 1100 à 1300 degrés : la température de la *dissociation* de la silice est nécessairement beaucoup plus élevée. Le silicium, l'aluminium, le calcium, etc., pourraient avoir brûlé et leurs oxydes s'être combinés, de façon à produire les éléments des roches qui constituent l'écorce terrestre, au milieu d'une atmosphère composée de gaz oxygène et de gaz hydrogène, à une température trop élevée pour se combiner entre eux; gaz qui cependant étaient destinés à se combiner plus tard de la manière indiquée par M. Angelot; et je n'hésite pas à déclarer que cet ingénieux physicien, en expliquant, *il y a vingt-huit ans,* comment une même molécule, soit d'oxygène, soit d'hydrogène, a pu *brûler* et *rebrûler* (si j'ose m'exprimer ainsi) à un très-grand nombre de reprises successives, embrassant un temps excessivement long, me paraît avoir dévoilé l'un des mécanismes les plus remarquables qu'on puisse signaler dans l'ordonnance générale de l'univers.

» Pour rentrer complétement, en finissant, dans la sphère de la géologie, je dirai que, si les idées que je viens de rapprocher paraissaient présenter un enchaînement assez naturel, il en résulterait une probabilité de plus en faveur de l'hypothèse qui regarde les matières oxydées existantes à la surface du globe terrestre comme le résultat d'une combustion.

» Je montre chaque année, dans mes leçons, que cette supposition n'est pas inconciliable avec l'état thermométrique du globe terrestre déterminé par l'observation et contrôlé par le calcul. »

M. **Faye** fait à ce sujet les remarques suivantes :

« Tout en accordant un vif intérêt aux idées qui viennent d'être déve-

(1) *Comptes rendus*, t. XLV, p. 859 (séance du 23 novembre 1857), et t. LVI, p. 196 et 197 (séance du 2 février 1863).

loppées, on ne doit pourtant pas oublier un point capital, acquis depuis longtemps à la science : la lumière du Soleil ne provient pas de l'inflammation d'une masse gazeuse telle que l'enveloppe hydrogénée dont parlent les communications précédentes, mais de particules à l'état solide ou liquide, suspendues sans doute, comme nos nuages, dans les couches gazeuses de la photosphère. Outre le témoignage des phénomènes de polarisation signalés par M. Arago, l'analyse prismatique, entre les mains de M. Kirchhoff, a montré que le spectre solaire n'est pas composé de raies brillantes plus ou moins nombreuses, comme celui des gaz en combustion, mais qu'il est continu (sauf les raies d'absorption) comme celui des solides incandescents. C'est là ce que la combustion de grandes masses d'hydrogène ne saurait produire; dans les astres où de tels phénomènes ont paru se produire, on a toujours distingué deux spectres superposés, dont le principal, appartenant à une véritable photosphère, est parfaitement distinct du spectre du gaz enflammé. M. Faye pense que les spéculations antégéologiques n'ont aucun intérêt à heurter des faits si bien établis. »

« **M. Ch. Sainte-Claire Deville** fait observer que la remarque présentée par M. Faye n'infirmerait pas la pensée que l'hydrogène de l'atmosphère solaire provînt de la décomposition de l'eau au contact de matières oxydables, sous l'influence d'une haute température. Tout indique, pour l'histoire de la Terre, que, tandis qu'à l'époque actuelle les oxydations naturelles se font généralement par l'intervention de l'oxygène atmosphérique, et souvent au moyen de réactions qui reconstituent l'eau, les oxydations se faisaient au début par la décomposition de l'eau, d'où résultait un dégagement d'hydrogène. Ce gaz ainsi formé peut constituer les portions de l'atmosphère solaire, qui, sans brûler d'ailleurs, servent seulement d'enveloppe continue aux nuages incandescents qui y sont suspendus.

» Au reste, ajoute M. Ch. Sainte-Claire-Deville, cette atmosphère hydrogénée du Soleil peut s'expliquer d'une manière plus simple encore. On sait que, dans ses belles recherches sur les phénomènes volcaniques de l'Islande, notre illustre Correspondant étranger, M. Bunsen, a découvert l'hydrogène dans les émanations des célèbres solfatares de cette île. Depuis lors, nous avons, M. Félix Le Blanc et moi, montré que l'hydrogène et l'hydrogène protocarboné accompagnent les émanations des *lagoni* boracifères de la Toscane, et j'ai prouvé que ces gaz combustibles se dégageaient, au Vésuve, de la lave incandescente en voie de refroidissement. M. Fouqué a généralisé le fait en le constatant de nouveau dans les récentes éruptions sous-marines

de Santorin et des Açores, et il a ajouté cette remarque intéressante, que le dégagement d'hydrogène précède celui de l'hydrogène carboné. De ces faits, et d'une foule d'autres que je ne puis rappeler ici, j'ai tiré, pour l'histoire éruptive de la Terre, des conséquences qui s'appliquent sans doute, avec une certaine probabilité, aux autres astres de notre système planétaire, et pour lesquelles je renvoie à une courte Note insérée aux *Comptes rendus* (t. LVIII, p. 329-333).

» Je ne crois pas nécessaire de justifier ici la timide intervention des géologues en astronomie physique; mais je suis convaincu qu'à mesure que les recherches des physiciens et des chimistes tendront à assimiler davantage les conditions naturelles des divers éléments du système solaire, les astronomes se préoccuperont plus aussi des conclusions auxquelles la Géologie est arrivée relativement aux origines de notre globe. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Note relative à l'Atlas des mouvements généraux de l'atmosphère* (suite), *comprenant les quatre-vingt-dix cartes des trois premiers mois de l'année* 1865, *rédigé à l'Observatoire impérial de Paris; par* **M. Baille.** (Présenté par M. Le Verrier.)

« Chacune des cartes de l'Atlas porte un résumé de l'état de la journée, au moyen duquel on peut se rendre compte du travail. La discussion générale de l'ensemble des documents, exigeant des recherches fort étendues, est réservée pour un des prochains fascicules. Toutefois, ce qui a paru de la publication met en évidence quelques faits qu'il est utile de constater aujourd'hui.

» Certaines bourrasques arrivent toutes formées de l'Amérique du Nord; on les voit déboucher sur l'océan Atlantique, au nord de Terre-Neuve, dans les parages du Groënland, et se diriger vers l'Orient; d'autres, au contraire, naissent sur l'Océan, et dans les limites des cartes que nous construisons; toutes celles que nous avons vues ainsi apparaître se sont produites dans le triangle compris entre les Açores, les Bermudes et Terre-Neuve. On aperçoit d'abord une dépression mal caractérisée, et dont la position change de jour en jour; mais, peu à peu, autour de ce point, les vents prennent des directions déterminées; la mer s'agite, le ciel se couvre de nuages, l'action de la dépression s'étend de plus en plus, et, au bout de quelques jours, les bourrasques complétement formées commencent à se mouvoir d'une manière régulière. Parfois elles remontent vers le Canada, pour se perdre dans les déserts de l'Amérique du Nord, ou pour être reje-

tées ensuite sur l'océan Atlantique et les mers Arctiques; d'autres fois, elles se dirigent immédiatement sur l'Europe, et ce sont les plus terribles pour nous.

» Leur intensité, d'abord assez faible, et très-variable d'une bourrasque à l'autre, augmente peu à peu à mesure qu'elles s'avancent vers l'Est; leur vitesse s'accroît également, et leur influence s'étend de plus en plus. Ainsi la bourrasque du 27 janvier, dont le centre était près du Havre, exerçait une action encore très-sensible : d'un côté, aux Açores et à Madère; de l'autre, sur la mer Noire et le centre de la Russie. Dans cette vaste région, l'influence de la tourmente est, en chaque point, déterminée avec une grande précision, ainsi qu'on peut en juger d'après les cartes de l'Atlas.

» Au bout de quelques jours, la bourrasque diminue en intensité; sa vitesse de translation semble augmenter, tandis que le cercle d'action se restreint de plus en plus. Bientôt enfin elle disparaît, affaiblie et épuisée, et la dépression inoffensive qui reste encore est plus ou moins rapidement comblée par les courants d'air qui y affluent de toutes parts.

» La vitesse moyenne des bourrasques est de 10 degrés en longitude : ainsi celle du 27 janvier mit six jours pour aller de 30 degrés longitude Ouest à 20 degrés longitude Est (golfe de Finlande), après avoir suivi la vallée de la Manche.

» Généralement les bourrasques suivent une route située plus au nord de celle qui vient d'être indiquée : elles passent le plus souvent entre l'Écosse et l'Islande, ainsi que cela est journellement constaté sur les cartes construites à l'Observatoire. Cependant cette trajectoire n'a rien de fixe, car, selon les saisons et les circonstances atmosphériques des jours précédents, la bourrasque peut descendre jusque sur le golfe de Gascogne et les Pyrénées; mais ces routes, peu inclinées sur les parallèles terrestres, ont toutes à peu près la même direction.

» Il arrive enfin quelquefois, quoique assez rarement, que les bourrasques parcourent une trajectoire normale aux parallèles terrestres, et longent à peu près les méridiens. On voit le centre de la dépression fondre, pour ainsi dire, du haut de l'Écosse sur les Pays-Bas, suivre la vallée du Rhin et pénétrer en Italie. Là, affaiblie par les obstacles et arrêtée par le massif des Alpes, la bourrasque se détourne assez brusquement et se dirige vers l'Orient à travers les provinces danubiennes. Pendant tout ce trajet, la France, située dans le demi-cercle dangereux du cyclone, éprouve une série de gros temps par les vents de Sud-Ouest, puis de Nord-Ouest.

» Outre ces bourrasques, qui influent sur l'état atmosphérique de la

France et de l'Europe occidentale, l'étude de l'Atlas de 1865 a permis d'en apercevoir d'autres, dont l'action s'étend sur différents pays. Ainsi, quelques-unes pénètrent en Afrique et donnent des vents de Nord-Ouest sur la Méditerranée; d'autres passent dans les hautes latitudes, trop loin de nous pour nous procurer de mauvais temps bien caractérisés; d'autres enfin se forment sur la Méditerranée même, mais alors elles sont toujours très-faibles et se perdent bientôt dans les régions africaines. »

M. Le Verrier, après avoir donné connaissance à l'Académie de la Note qui précède, ajoute :

« En instituant à l'Observatoire impérial un système d'avertissements météorologiques, j'ai entendu que la base essentielle de ce travail devait être une étude approfondie des climats, de leur variation, des températures et des grands mouvements de l'atmosphère qui en sont la conséquence. Cette étude doit nécessairement être faite par ceux-là mêmes qui sont chargés à un jour et à une heure donnés de conclure de l'état présent de l'atmosphère les variations qu'elle doit immédiatement subir, et d'en déduire les avertissements à transmettre dans l'intérêt du commerce et de l'industrie.

» Cet ensemble de travaux dont on ne pourrait rien retrancher sans altérer et compromettre le système, sans empêcher les perfectionnements à venir, fonctionne aujourd'hui régulièrement. L'étude du climat de la France qui nous importe avant tout et à un si haut degré, et que par cette raison nous avons établie la première, l'étude des orages, celle des grands mouvements de l'atmosphère depuis les côtes de l'Amérique jusqu'aux frontières asiatiques, se développent chaque année. En même temps que nos physiciens font tourner au profit du service des avertissements les connaissances qu'ils acquièrent ainsi, les résultats de leurs travaux sont communiqués à nos Correspondants de tous les pays par nos Atlas météorologiques et maintiennent le faisceau international indispensable aux progrès de la science.

» Nos observations sur le climat de la France sont principalement faites, comme on le sait, dans les Écoles normales primaires où elles ont été établies par l'Observatoire impérial avec l'autorisation de M. le Ministre de l'Instruction publique. Les années 1865 et 1866 ont été discutées par M. Rayet; les résultats de l'année 1867 n'ont pu être donnés avec l'Atlas météorologique de cette même année, à cause du voyage fait par M. Rayet à Malacca pour l'observation de l'éclipse totale du Soleil. La lacune sera

promptement comblée : les résultats des années 1867 et 1868 seront donnés ensemble dans l'Atlas qui paraîtra à la fin de juillet.

» Les orages des années 1865, 1866 et 1867 ont été étudiés par M. Fron, sur d'excellentes discussions partielles faites par les Commissions météorologiques départementales instituées à la demande de l'Observatoire et par ses soins. Les Cartes des grêles, établies pour quatre départements par M. Becquerel, et, ultérieurement, pour vingt autres départements par M. Baille, sont également publiées.

» Dans une séance antérieure, j'ai présenté à l'Académie les deux cent quatorze premières Cartes de l'Atlas des mouvements généraux de l'atmosphère. J'ai l'honneur de lui offrir aujourd'hui quatre-vingt-dix nouvelles Cartes embrassant le premier trimestre de l'année 1865. Ces Cartes sont, comme les précédentes, fondées sur les documents qui nous ont été libéralement fournis par la Marine impériale et par la Marine marchande de France, par l'Angleterre grâce aux soins de M. Robert Scott, par les Pays-Bas par l'entremise de M. Buys-Ballot. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur la représentation sphérique des surfaces.* Note de **M. F. Darboux**, présentée par M. Bertrand.

« On connaît les belles recherches faites par plusieurs géomètres et surtout par MM. Bonnet et Serret sur la théorie des surfaces à lignes de courbure planes et sphériques. Le problème de la recherche des surfaces à lignes de courbure planes et sphériques est un cas particulier d'un autre problème qu'on peut énoncer ainsi :

» *Trouver toutes les surfaces qui ont une représentation sphérique donnée.*

» On sait que la représentation sphérique d'une surface est donnée par les deux systèmes de lignes orthogonales que tracent sur une sphère des parallèles aux normales de la surface en tous les points de chaque ligne de courbure. Lorsque les lignes de courbure d'un système sont planes, le système correspondant de lignes sphériques est formé d'une série de cercles, et l'image sphérique de la surface se compose de cette série de cercles et de leurs trajectoires orthogonales. On voit donc que la détermination des surfaces à lignes de courbure planes dans un système revient au problème suivant :

» *Trouver les surfaces dont l'image sphérique se compose d'un système de cercles et de leurs trajectoires orthogonales.* Par conséquent, ce problème est compris comme cas particulier dans celui qui a été énoncé au commencement de cette Note.

» La recherche des surfaces ayant une image sphérique donnée a encore un autre intérêt. Toutes les fois qu'on aura trouvé des surfaces admettant une représentation sphérique donnée, on connaîtra leurs lignes de courbure; et par suite les différentes solutions de notre problème permettront d'augmenter le nombre encore assez limité des surfaces dont on connaît les lignes de courbure.

» Soit un système de lignes sphériques orthogonales, l'expression de la distance de deux points infiniment voisins sera donnée par une formule

$$ds^2 = A^2\,d\rho^2 + C^2\,d\rho_1^2.$$

Si nous considérons un système de surfaces parallèles ayant ce système de lignes orthogonales pour image sphérique, l'expression de la distance de deux points infiniment voisins sur ces surfaces sera donnée par la formule

$$ds^2 = (Ak + B)^2\,d\rho^2 + (Ck + D)^2\,d\rho_1^2,$$

k étant une constante qui varie quand on passe d'une surface à une autre des surfaces parallèles; B et D sont deux fonctions inconnues à déterminer. Du reste, quand on connaîtra ces deux fonctions, le problème pourra être regardé comme résolu, puisqu'on saura déterminer pour chaque valeur de ρ et de ρ_1 la direction de la normale, et par suite les différentielles totales des coordonnées x, y, z, regardées comme fonction de ρ et ρ_1.

» On trouve, soit en employant les formules de M. Codazzi, soit en employant celles de M. Lamé, les équations suivantes pour B et D :

$$\frac{1}{D}\frac{dB}{d\rho_1} = \frac{1}{C}\frac{dA}{d\rho_1},$$
$$\frac{1}{B}\frac{dD}{d\rho} = \frac{1}{A}\frac{dD}{d\rho}.$$

Ces équations sont linéaires, on peut les simplifier en introduisant, au lieu de B et de D, les inconnues

$$M = \frac{B}{A}, \quad M' = \frac{D}{C},$$

et l'on obtient les équations

$$\frac{dM}{d\rho_1} = (M' - M)\frac{1}{A}\frac{dA}{d\rho_1},$$
$$\frac{dM'}{d\rho} = (M - M')\frac{1}{C}\frac{dC}{d\rho},$$

qui conduisent pour M à l'équation aux dérivées partielles du second ordre

$$\frac{d^2M}{d\rho\,d\rho_1} + \frac{1}{A}\frac{dA}{d\rho_1}\frac{dM}{d\rho} - \frac{dM}{d\rho_1}\frac{d}{d\rho}\log\frac{\frac{dA}{d\rho_1}}{AC} = 0.$$

Cette équation fait partie d'une classe d'équations linéaires étudiées d'abord par Laplace, elle peut s'intégrer dans un nombre illimité de cas. Le premier qui se présente est celui pour lequel le coefficient de $\frac{dM}{d\rho_1}$ est nul. Dans ce cas, les lignes de l'un des systèmes sont des cercles, et les surfaces correspondantes ont leurs lignes de courbure planes.

» On peut encore intégrer l'équation précédente quand les lignes de courbure de la surface cherchée doivent être sphériques; on est ainsi conduit à une méthode assez semblable à celle dont M. Lemonnier a fait usage dans un travail récent.

» Mais les deux cas précédents ne sont pas les seuls dans lesquels on puisse résoudre le problème, et c'est ce qui constitue le caractère de la méthode que nous avons suivie : elle conduit à une série de problèmes analogues à la recherche des surfaces à lignes de courbure planes et sphériques, quoique plus difficiles. Mais alors la difficulté se déplace; il faut trouver des systèmes sphériques tels, que l'équation du problème puisse s'intégrer.

» Néanmoins, on peut résoudre le problème dans un certain nombre de cas nouveaux, par exemple, si le système sphérique se compose d'ellipses homofocales. On est conduit, comme je l'ai montré dans ma communication du 30 novembre dernier, à des surfaces qui peuvent faire partie d'un système orthogonal et aussi à des surfaces différentes des premières, et qui ne paraissent pas susceptibles de former des systèmes orthogonaux. Mais la forme même des équations précédentes indique un résultat important. Les équations du problème sont linéaires, et par suite, lorsqu'on en connaîtra plusieurs solutions particulières, on aura une solution plus générale en ajoutant ces solutions particulières multipliées par des constantes arbitraires. On est ainsi conduit au théorème suivant. Soient

$$x = f(\rho, \rho_1), \quad y = f_1(\rho, \rho_1), \quad z = f_2(\rho, \rho_1),$$

et

$$X = F(\rho, \rho_1), \quad Y = F_1(\rho, \rho_1), \quad z = F_2(\rho, \rho_1),$$

deux systèmes d'équations déterminant deux surfaces de même représentation sphérique. Les surfaces

$$\begin{aligned} x &= af(\rho, \rho_1) + bF(\rho, \rho_1), \\ y &= af_1(\rho, \rho_1) + bF_1(\rho, \rho_1), \\ z &= af_2(\rho, \rho_1) + bF_2(\rho, \rho_1) \end{aligned}$$

auront toutes même représentation sphérique que les premières.

» C'est ainsi que s'engendrent toutes les surfaces parallèles d'une surface donnée. Il suffit de considérer une de ces surfaces et la sphère : les deux solutions particulières donnent la solution plus générale formée par toutes les surfaces parallèles.

» Je saisis cette occasion pour déclarer que le théorème communiqué à l'Académie dans la séance du 30 novembre dernier, et dont M. Ribeaucour avait bien voulu s'occuper, n'est pas nouveau : il avait été publié par M. Édouard Combescure dans les *Annales scientifiques de l'École normale supérieure*. Ce savant géomètre a énoncé dans son Mémoire le théorème général et en a fait l'application aux coordonnées elliptiques; mais l'application aux surfaces à lignes de courbure plane avait été donnée par moi avant la publication du Mémoire de M. Combescure. C'est, je crois, le premier exemple qu'on ait donné (en laissant de côté le cas des surfaces parallèles) d'un système orthogonal contenant des fonctions arbitraires. »

HISTOIRE DES SCIENCES. — **M. Élie de Beaumont**, en présentant à l'Académie l'ouvrage publié récemment par *M. P. Volpicelli* et intitulé « Sur l'époque de la cécité complète de Galilée », lit les passages suivants de la Lettre d'envoi :

» Dans une Réponse au P. Secchi, publiée en italien, que je vous prie de présenter de ma part à l'Académie, j'ai démontré avec des arguments nouveaux, et d'autres développements, que Galilée n'avait pas perdu la vue tout à fait à la fin de l'année 1637, et non plus à la moitié de 1638.

» J'ai fait connaître encore que Galilée a signé dans l'année 1641, avec beaucoup de clarté, une Lettre adressée à Cassiano dal Pozzo (Linceo). Cette Lettre, on la trouve à Turin, dans les Archives du Prince de la Cistera, où la même Lettre fut envoyée après l'avoir extraite de la Bibliothèque Albani, de Rome.

» J'ai démontré aussi, avec beaucoup d'arguments contre M. Faugère, que la Lettre envoyée par Pascal avec Roberval, le 16 août 1636, à de Fermat, avait été écrite par Blaise Pascal et non par Étienne, son père.

» J'ai fait une analyse mathématique de cette même Lettre, pour démontrer que B. Pascal, âgé seulement de quinze ans, était déjà beaucoup avancé dans la doctrine de l'attraction.

» Enfin, je fais voir dans cette Réponse que Beaugrand a été le premier à connaître la vraie loi suivant laquelle la gravité varie dans l'intérieur de la Terre. Mais, comme Beaugrand faisait partie de la même Société scienti-

fique, dont les deux Pascal, père et fils, faisaient partie aussi, nous avons une raison de plus pour être sûrs que B. Pascal n'ignorait pas cette loi.

ANALYSE. — *Théorèmes sur les équations algébriques;* *par* **M. C. Jordan.**

« *Définitions.* — *L'ordre* d'une équation algébrique est le nombre des substitutions de son groupe. — Une équation de degré mn est dite *non-primitive*, si elle se décompose en n équations de degré m, par la résolution d'une équation de degré n. — Une équation est *composée* ou *simple*, suivant qu'il sera possible ou non de diminuer son ordre par la résolution d'une équation auxiliaire.

» *Théorème.* — La résolution d'une équation composée se ramène (souvent de plusieurs manières) à celle d'une suite d'équations simples. L'ordre de la proposée est égal au produit des ordres de ces équations auxiliaires; on peut appeler ces derniers nombres *les facteurs de composition* de la proposée. *Ces facteurs sont toujours les mêmes*, de quelque manière que la réduction de l'équation soit opérée; mais ils pourront se présenter dans un ordre de succession différent.

» Deux racines quelconques, x_μ, x_ν d'une même équation algébrique $F(x) = 0$ peuvent être considérées comme fonctions algébriques l'une de l'autre. En effet, x_ν satisfait à l'équation $\frac{F(x) - F(x_\mu)}{x - x_\mu} = 0$, dont les coefficients sont rationnels en x_μ. Si cette équation n'est pas irréductible, elle sera décomposable en facteurs irréductibles, et l'un de ces facteurs admettra la racine x_ν.

» Désignons en général par $\varphi_{\mu,\nu} = 0$ l'équation irréductible qui détermine x_ν en fonction de x_μ. Nous dirons que les diverses équations $\varphi_{1,2} = 0, \ldots, \varphi_{\mu,\nu} = 0, \ldots$ sont *subordonnées* à l'équation $F(x) = 0$.

» On s'assure aisément que les diverses équations subordonnées à une même équation peuvent différer beaucoup les unes des autres, tant par leur degré que par leurs autres propriétés. Néanmoins, si une équation est *irréductible* et *primitive*, ses subordonnées ont toutes un caractère commun, exprimé par le théorème suivant :

» *Théorème.* — Soient $F(x) = 0$ une équation irréductible et primitive, $\varphi_{\mu,\nu} = 0$ et $\varphi_{\mu',\nu'} = 0$, deux quelconques de ses subordonnées : tout facteur de composition de $\varphi_{\mu',\nu'}$ divisera l'un des facteurs de composition de $\varphi_{\mu,\nu}$.

On déduit de ce théorème, entre autres conséquences, le corollaire suivant :

» *Corollaire.* — Si une racine x_ν d'une équation irréductible et primitive est exprimable en fonction algébrique explicite d'une autre racine x_μ, toutes les racines de cette équation seront exprimables en fonction algébrique explicite de l'une quelconque d'entre elles. (De plus, ces expressions seront toutes formées avec des radicaux de mêmes degrés.)

» En effet, l'équation $\varphi_{\mu,\nu} = 0$ étant, par hypothèse, résoluble par radicaux, ses facteurs de composition $f, f',\ldots$ seront tous premiers, d'après un théorème connu de Galois. Les facteurs de composition des autres équations $\varphi_{\mu',\nu'},\ldots$ subordonnées à la proposée, divisant chacun un nombre de la suite $f, f',\ldots$ seront premiers. Donc ces équations seront résolubles par radicaux.

» Dans le cas plus particulier encore où x_ν s'exprimerait rationnellement en x_μ, toutes les racines de la proposée seraient fonctions rationnelles de l'une quelconque d'entre elles, ce qui est un théorème d'Abel. »

PHYSIQUE. — *Sur le magnétisme.* Note de **M. Trève**, présentée par M. Faye. (Extrait.)

« M. Trève, poursuivant ses recherches sur le magnétisme, a imaginé de soumettre la fonte de fer à une influence électromagnétique.

» Dans l'axe d'une forte bobine, on a disposé un moule en sable qui a reçu le jet de fonte, alors qu'on y faisait passer un énergique courant de 12 couples Bunsen. On obtenait, à quelque distance de là, un petit cylindre de la même fonte, soustrait à toute influence magnétique. Dès que le refroidissement a été complet, on a enlevé les moules, cassé les cylindres et examiné le grain de chacun d'eux. MM. Donzel, fondeurs en fer, l'ont immédiatement étudié et n'ont constaté aucune différence de cristallisation. Deux plus petits échantillons ont été exactement calibrés par M. Deleuil, qui n'a constaté que la minime différence de 3 milligrammes dans leurs poids.

» Un fait important est néanmoins révélé par ces premiers essais. On a constaté la présence *d'une puissante aimantation de la fonte*, depuis son état liquide répondant à 1300 degrés, jusqu'à son refroidissement complet. Le cylindre de fonte, à peine pâteux, attirait très-fortement un gros barreau de fer. Il est resté aimant depuis sa solidification, aimant faible il est vrai, mais enfin caractérisé par ses deux pôles. Il en résulterait donc que l'incompatibilité n'existerait pas entre la chaleur et le magnétisme, c'est-à-dire que le fer peut être magnétique à *toute température*, dès que *la cause persiste*, comme dans l'expérience décrite ci-dessus.

» M. Faye, dans la séance du 16 août 1865, avait signalé un résultat remarquable, qui n'est pas sans analogie avec celui que l'on vient de faire connaître.

« Après avoir fait dissoudre dans un acide du fer doux, dénué de force » coercitive et l'avoir déposé en couche mince par la galvanoplastie sur la » surface d'une lame de cuivre, l'illustre Académicien constata dans ce fer » chimiquement pur (1) une faculté coercitive si énergique, qu'il a pu » chauffer une plaque ainsi préparée jusqu'au point de fusion du cuivre » rouge lui-même, sans faire disparaître l'aimantation qu'il lui avait d'abord » communiquée. Cette plaque a conservé son magnétisme depuis cette » époque... »

» Si maintenant, ainsi que ces résultats si analogues tendraient à le faire admettre, il n'est pas de température, haute ou basse, incompatible avec l'existence du magnétisme, *lorsque la cause première est persistante*, comme dans le cas de la Terre, perpétuellement soumise à l'action des courants qui l'enveloppent de l'est à l'ouest, il y aurait quelque raison d'accorder plus de vraisemblance à l'hypothèse de l'aimant central, qui explique à peu près complétement la variation et l'inclinaison de l'aiguille aimantée, ou bien, le noyau central pouvant être magnétique, quelle qu'en soit la température, ne serait-ce pas ce magnétisme perpétuellement en rotation de l'ouest à l'est qui déterminerait dans l'atmosphère environnante les courants de l'est à l'ouest qui ont été constatés par Ampère? »

CHIMIE. — *Sur l'analyse immédiate des diverses variétés de carbone.* Note de **M. Berthelot**, présentée par M. Balard.

Deuxième Partie. — *Les oxydes graphitiques et leurs dérivés.*

« Les mots *carbone amorphe* et *graphite* désignent chacun un certain nombre de variétés, distinctes non-seulement par les caractères de la variété isolée, mais aussi par ceux de ses dérivés. Par exemple, les corps que l'on obtient en oxydant les divers carbones amorphes ne sont pas identiques : ils sont différents par leur teinte, par leur aptitude inégale soit à entrer en émulsion, soit à former avec l'eau des solutions précipitables par l'addition des substances salines, etc. Les carbones qui dérivent soit du coke, soit du noir de fumée, soit du charbon déposé dans les tubes, soit du charbon obtenu en décomposant la benzine par une quantité insuffisante

---

(1) Mais aigre et cassant.

d'acide iodhydrique à 280 degrés, et quelques autres encore, offrent des différences de ce genre, faciles à constater. Toutefois l'état amorphe et incristallisable, l'absence de volatilité et de combinaisons définies rendent l'étude approfondie de ces composés oxydés (1) extrêmement difficile; je me bornerai donc à les signaler d'une manière générale. Je rappellerai cependant que le carbone pur, obtenu par la réaction du chlore sur le charbon de fusain au rouge-blanc, peut être ensuite oxydé par l'acide nitrique seul et changé en un composé soluble. Ce composé, traité par l'acide iodhydrique, à 280 degrés, fournit des carbures forméniques, $C^{2n}H^{2n+2}$, liquides et gazeux. Le carbone pur, qui l'a engendré, ne possédait pas cette propriété; mais elle appartenait à la matière charbonneuse primitive. C'est en faisant concourir ainsi les agents d'oxydation et de réduction que l'étude comparée des diverses variétés de carbone amorphe deviendra possible.

» Il existe aussi plusieurs variétés distinctes de graphite; je vais en signaler spécialement trois, que j'ai réussi à caractériser, à savoir :

» 1° Le graphite de la plombagine naturelle; 2° le graphite de la fonte; 3° le graphite électrique, obtenu par la transformation des diverses variétés de carbone sous l'influence de l'arc voltaïque.

» Ces trois graphites fournissent chacun un oxyde graphitique, un oxyde hydrographitique et un oxyde pyrographitique particuliers.

» I. PLOMBAGINE (c'est la variété observée par M. Brodie). — 1. *L'oxyde graphitique* qui en dérive se présente, à l'état humide, sous la forme de paillettes micacées, d'un jaune pâle, insolubles dans tous les dissolvants, neutres, alcalins ou acides, et que les réactions oxydantes réitérées n'altèrent plus guère. Il ne renferme ni chlore ni azote.

» Lorsqu'on le dessèche, même à la température ordinaire, il s'agglomère en plaques brunes, amorphes, tenaces, dans lesquelles la structure primitive a disparu. Ce caractère est essentiel dans l'oxyde de la plombagine, car il reparaît à la suite des diverses transformations subies par ledit oxyde. Par exemple, l'oxyde agglutiné reprend son aspect pailleté, lorsqu'on le chauffe avec un mélange d'acide nitrique et de chlorate de potasse; mais il s'agglomère de nouveau et redevient brun et amorphe pendant la dessic-

(1) Hatchett a observé, en 1806, une substance analogue, qu'il obtenait en traitant par l'acide nitrique diverses résines, bitumes et matières charbonneuses, substance qu'il appelait *tannin artificiel* (*Annales de Chimie*, t. LVII, p. 113). M. Chevreul ne tarda pas à démontrer que ce n'était pas là du tannin véritable, mais un produit variable suivant son origine et renfermant les éléments nitriques (*Annales de Chimie*, t. LXXIII, p. 36 et 191; 1810).

cation. Je montrerai bientôt que les mêmes propriétés spéciales reparaissent à la suite de métamorphoses plus profondes, telles que l'hydrogénation ou la décomposition par la chaleur. Elles se manifestent aussi dans l'oxyde préparé au moyen de la plombagine purifiée par le chlore, au rouge-blanc, des traces d'hydrogène qu'elle contenait encore.

» Cette dernière expérience, pour le dire en passant, lève un doute que celles de M. Brodie laissaient peut-être subsister. En voyant l'oxydation de la plombagine fournir un oxyde qui contient de l'hydrogène, et que M. Brodie représente par la formule $C^{24}H^4O^{10}$, on aurait pu se demander si cet hydrogène ne dérive pas de l'hydrogène préexistant dans la plombagine. Celle-ci ne serait-elle pas, au même titre que les charbons d'origine organique, une sorte de carbure d'hydrogène à équivalent très-élevé?

» 2. *Oxyde hydrographitique.* — L'hydrogénation modifie profondément les caractères de l'oxyde graphitique. J'ai opéré avec l'acide iodhydrique, lequel transforme en carbures d'hydrogène tous les composés organiques, et même les matières ulmiques, la houille, le charbon de bois, etc. L'oxyde graphitique a donc été chauffé à 280 degrés pendant plusieurs heures avec 80 parties d'acide iodhydrique (densité = 2,0). J'ai obtenu ainsi (1) un composé nouveau, l'*oxyde hydrographitique*, plus hydrogéné, mais brun, amorphe, cohérent, insoluble dans tous les dissolvants, comme le corps primitif. L'oxyde hydrographitique se distingue très-nettement de l'oxyde graphitique, parce qu'il a perdu la propriété de se décomposer avec déflagration et boursouflement sous l'influence de la chaleur. Traité par un mélange de chlorate de potasse et d'acide nitrique, à trois reprises successives, il a reproduit l'oxyde graphitique qui l'avait engendré, avec toutes ses propriétés, même les plus spéciales.

» Ainsi l'oxyde graphitique, traité par l'acide iodhydrique, se comporte tout autrement que les matières ulmiques et charbonneuses, auxquelles on serait porté à le comparer. Au lieu de fournir des carbures saturés, $C^{2n}H^{2n+2}$, dans les mêmes conditions d'hydrogénation, il se transforme en un hydrure aussi spécial que l'oxyde lui-même, et capable de le régénérer.

» 3. *Oxyde pyrographitique.* — C'est le produit que l'on obtient en détruisant par la chaleur (vers 250 degrés) l'oxyde graphitique, opération qui

---

(1) En même temps, il se produit un grand volume d'hydrogène, lequel renferme un demi-centième de gaz des marais. L'oxyde hydrographitique retient une quantité notable d'iode, mécaniquement ou autrement, que l'acide sulfureux n'enlève pas.

doit être faite sur de petites quantités à la fois, et en ayant soin qu'aucune parcelle n'échappe à l'action de la chaleur. C'est une poudre noire, légère, floconneuse, laquelle renferme encore de l'hydrogène et de l'oxygène. M. Brodie la représente par la formule $C^{44}H^{2}O^{8}$. Dans sa formation, on s'est rapproché de l'état chimique des matières charbonneuses ordinaires. Je m'en suis assuré, tant par oxydation que par hydrogénation.

» Traité par le mélange ordinaire de chlorate de potasse et d'acide nitrique, l'oxyde pyrographitique se dissout presque entièrement, à la façon des carbones amorphes proprement dits; il ne reproduit ainsi qu'une faible proportion d'oxyde graphitique. L'oxyde régénéré offre toutes les propriétés, même les plus spéciales, de l'oxyde graphitique primitif.

» Telles sont les propriétés de l'oxyde graphitique de la plombagine. Les autres graphites forment des séries parallèles, mais non identiques.

» II. Graphite de la fonte (1). — 1. *L'oxyde graphitique* de la fonte se présente en écailles jaune-verdâtre, mieux développées que celles de l'oxyde de la plombagine, et qui ne s'agglomèrent en aucune façon pendant la dessiccation; elles subsistent avec une teinte jaune ou jaune-verdâtre toute spéciale. Ce caractère les distingue très-nettement de l'oxyde de la plombagine, d'autant plus qu'il reparaît à la suite des métamorphoses par hydrogénation ou décomposition pyrogénée.

» 2. *Oxyde hydrographitique.* — L'oxyde graphitique de la fonte, chauffé avec l'acide iodhydrique à 280 degrés, se transforme en une matière brune; mais cette matière conserve la propriété de se détruire avec boursouflement sous l'influence de la chaleur, propriété qui la distingue de l'oxyde hydrographitique de la plombagine, préparé dans des conditions tout à fait identiques. Celui de la fonte dégage en même temps une quantité d'iode très-considérable, et qui semble impliquer l'existence d'un composé iodé spécial. L'oxyde hydrographitique de la fonte, oxydé de nouveau, reproduit l'oxyde graphitique en écailles jaune-verdâtre, non agglutinables par la dessiccation, et douées des mêmes propriétés que l'oxyde primitif.

» 3. *Oxyde pyrographitique.* — L'oxyde graphitique de la fonte se détruit par la chaleur avec une déflagration plus vive et un boursouflement plus considérable que celui de la plombagine. L'oxyde pyrographitique correspondant se dissout dans un mélange d'acide nitrique et de chlorate de potasse d'une manière bien plus complète. Cependant il reproduit ainsi

---

(1) Des forges de Niderbronn (Bas-Rhin), donné par M. Boussingault.

quelques écailles d'oxyde graphitique, douées exactement des mêmes propriétés que l'oxyde primitif, et distinctes de l'oxyde de la plombagine.

» III. GRAPHITE ÉLECTRIQUE. — 1. *L'oxyde graphitique* du graphite électrique offre l'aspect d'une poudre marron, laquelle ne s'agglomère pas sensiblement pendant la dessiccation. Ces caractères reparaissent, à la suite des métamorphoses par hydrogénation ou décomposition pyrogénée.

» 2. *Oxyde hydrographitique.* — Cet oxyde ne se décompose pas avec boursouflement sous l'influence de la chaleur, pas plus que l'oxyde de la plombagine et contrairement à l'oxyde de la fonte. Oxydé de nouveau, il reproduit un oxyde graphitique pulvérulent, de teinte marron, et qui fournit un oxyde pyrographitique non floconneux.

» 3. *Oxyde pyrographitique.* — L'oxyde du graphite électrique se décompose avec déflagration; mais il laisse une poussière pesante, non floconneuse, laquelle se rassemble dans un petit espace, contrairement à ce qui arrive pour les oxydes de la plombagine et de la fonte. Oxydé de nouveau, cet oxyde pyrographitique disparaît presque en totalité, sauf quelques grains d'oxyde graphitique, régénéré avec ses propriétés primitives.

» Voilà les distinctions que j'ai observées entre les divers graphites : quelque délicates qu'elles soient, elles m'ont paru spécifiques. Une étude plus approfondie en révélera sans doute de nouvelles; mais je préfère m'attacher maintenant à un autre problème, à savoir : la transformation des oxydes graphitiques dans les composés organiques proprement dits. »

CHIMIE. — *Action de l'ammoniaque sur le phosphore.* Note de **M. A. Commaille** (Extrait.)

« 1° *Action d'une ammoniaque d'une densité de* 0,930 ($AzH^3 = 18$ pour 100) *sur le phosphore ordinaire.* — Les fragments de phosphore en rondelles n'ont pas changé de forme, ils sont noirs jusqu'au centre. Le gaz dégagé, analysé par le sulfate de cuivre, contient 10 pour 100 d'hydrogène, et 90 pour 100 d'hydrogène phosphoré.

» 2° *Même expérience.* — 2 grammes de phosphore ont donné, à la lumière ordinaire de la chambre, et à la température de + 17 degrés, après quinze jours, 7 centimètres cubes de gaz; le phosphore est recouvert d'une couche brune foncée. Je recherche, dans le liquide ammoniacal baignant dans le phosphore, un composé oxygéné de l'azote, et je n'en trouve point par la réaction de l'acide sulfurique et du sulfate de fer.

» 3° *Expérience avec la croûte blanchâtre qui recouvre les bâtons de phosphore.* — Ces croûtes deviennent jaune sale. En douze jours, il s'est dégagé

12 centimètres cubes de gaz, contenant 50 pour 100 d'hydrogène, et 50 pour 100 d'hydrogène phosphoré. La poudre jaune sale ne noircit pas au contact de l'ammoniaque concentrée.

» 4° *Expérience avec le phosphore amorphe.* — De même que M. Blondlot (*Comptes rendus*, t. LXVII, p. 1250), je constate que le phosphore amorphe est absolument sans action sur l'ammoniaque.

» 5° *Action d'une ammoniaque d'une densité de* 0,971 ($AzH^3 = 7$ pour 100) *sur le phosphore ordinaire.* — Les corps sont restés en contact pendant plus de dix-huit mois, à la lumière ordinaire, devant une fenêtre, dans une cloche renversée. Le gaz dégagé occupe environ 10 centimètres cubes par gramme de phosphore, coupé en minces rondelles. Il contient $PhH^3 = 59,05$ et $H = 40,95$ pour 100.

» Le phosphore est devenu friable, feuilleté, jaune terne, recouvert d'une mince pellicule vert bronzé. Trituré, il est d'un jaune verdâtre; brun verdâtre quand il est mouillé par CS^2, il noircit quand il est au contact de l'ammoniaque concentrée, comme l'a vu M. Blondlot. Il ne fond pas et ne change pas de couleur à 95 degrés dans l'eau purgée d'air. Il ne devient pas jaune orangé à la lumière directe du soleil, comme le fait Ph^2H (1). Chauffé à l'air, il devient rouge, puis s'enflamme en projetant des étincelles brillantes, ce qui le distingue du phosphure d'azote jaune. Il ne fume pas à l'air, ne s'emflamme pas par le frottement, et j'ai pu le réduire en poudre fine, à sec, dans un mortier. Il n'est pas phosphorescent.

» Il n'a qu'une très-faible odeur de phosphore, mais quand il a été lavé avec le sulfure de carbone et conservé dans un vase clos, il prend une odeur analogue au sulfhydrate d'ammoniaque. Il est complétement insoluble dans l'eau, l'alcool, ce qui le distingue de la combinaison PhO^5, Ph^2O, qui est également aune. Il est insoluble dans le sulfure de carbone. $0^{gr},205$ de ce phosphore jaune, traités à trois reprises par le sulfure de carbone, ont pesé $0^{gr},200$ après dessiccation. Mis en ébullition dans l'eau, il ne dégage aucun gaz, mais un peu de fumées blanches. L'eau qui distille est devenue insensiblement alcaline, celle qui reste est acide, mais faiblement.

» L'acide sulfurique froid est sans action (2). Avec l'acide bouillant, il y a dissolution du phosphore, avec production de soufre et de trisulfure de phosphore.

» L'acide azotique ordinaire l'attaque vivement à froid, ce qui n'a pas lieu avec le phosphore ordinaire, ni avec le phosphure d'azote. Le phos-

---

(1) M. Paul Thenard, *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XIV, p. 28.

(2) M. Paul Thenard dit que SO^3 décompose Ph^2H (*loc. cit.*).

phure Ph^2H s'enflamme, ce qui n'a pas lieu avec le phosphore modifié par l'ammoniaque.

» Avec le sulfate de cuivre, il y a production de phosphure de cuivre noir, mais jamais dépôt de cuivre métallique, ce qui a lieu avec le phosphore ordinaire et Ph^2H (1).

» Lorsqu'on le triture, même à dose infiniment petite, avec le chlorate de potasse, il y a une très violente détonation.

» Avec une solution concentrée de potasse, il y a un dégagement immédiat de gaz, qui s'arrête bientôt. Si l'on chauffe, le dégagement recommence, le gaz est alors constitué presque uniquement par de l'hydrogène contenant de la vapeur de phosphore, car lorsqu'on l'agite avec du sulfate de cuivre, il y a production d'un dépôt noir, sans diminution bien notable. Le gaz brûle alors avec une flamme non éclairante. Le corps noir de M. Fluckiger n'est pas attaqué par la potasse bouillante (2).

» Lorsqu'on chauffe avec de la baryte récemment calcinée, il ne se dégage pas d'ammoniaque. Ce n'est donc pas un oxyde ammoniacal, comme le corps noir obtenu par M. Fluckiger, par M. Blondlot et par moi. Mais est-ce bien un oxyde que ce corps noir ?

» *Analyse du phosphore modifié.* — Le phosphore a été placé au fond d'un tube, et surmonté d'une longue colonne d'argent finement divisé. L'air a été chassé par un courant d'acide carbonique lavé. Le fond du tube a été alors chauffé à la lampe à alcool : il s'est formé du phosphure d'argent noir et le gaz a été recueilli sur le mercure, dans une cloche contenant une solution de potasse. Le courant d'acide carbonique était continué pendant et après la réduction du phosphore.

» Les nombres trouvés correspondent à un phosphure d'hydrogène de la formule Ph^3H :

			I.	II.	III.	IV.	Moyenne.
Ph^3......	1200,0	98,969	»	»	»	»	»
H.......	12,5	1,031	0,954	0,938	1,038	1,047	0,994
	1212,5	100,000					

» Le phosphure de M. Le Verrier Ph^2H contient 1,6 d'hydrogène. Il reste à rechercher si l'ammoniaque entre dans la réaction (3) et, si cela est, ce que devient l'azote. »

(1) M. Paul Thenard (*loc. cit.*).

(2) Voir *Dictionnaire de Chimie* de M. Wurtz.

(3) Ce qui n'est pas probable (voir *Expérience* 2°), l'ammoniaque fonctionnant comme la potasse dans la préparation de PhH^3.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Préparation nouvelle de l'alcool allylique.* Note de MM. B. Tollens et A. Henninger, présentée par M. Wurtz.

« Il y a quelque temps, l'un de nous, en collaboration avec M. Kempf (1), a obtenu comme produit accessoire, dans la fabrication de l'alcool allylique, d'après le procédé de M. Lorin, un liquide qui, ainsi que l'a démontré l'examen fait en collaboration avec M. Weber (2), consistait principalement en formiate d'allyle.

» Nous avons étudié les conditions de formation de ce corps et nous sommes parvenus à les préciser de manière à en déduire un procédé de préparation facile de quantités considérables d'alcool allylique, substance jadis très-pénible à obtenir.

» En présence de la glycérine, l'acide oxalique, comme l'a découvert M. Berthelot, se dédouble en acide carbonique et acide formique, ce dernier s'obtient par une distillation avec l'eau ou, d'après M. Lorin, avec une nouvelle quantité d'acide oxalique.

» Mais si, sans addition d'eau ou d'une nouvelle quantité d'acide oxalique, on continue à chauffer le mélange, l'acide formique, retenu par la glycérine, la réduit, et il se forme ainsi de l'alcool allylique qui passe dans le récipient.

» Nous chauffons 4 parties de glycérine avec une partie d'acide oxalique cristallisé dans une cornue, munie d'un thermomètre plongeant dans le liquide. Le dégagement d'acide carbonique, vif au commencement, se ralentit peu à peu à une température élevée, pour se ranimer de nouveau vers 190 degrés où l'odeur irritante de l'alcool allylique se manifeste. Nous changeons alors de récipient et nous continuons la distillation jusqu'à 260 degrés.

» Il passe de 190 à 260 degrés de l'alcool allylique aqueux, mélangé de formiate d'allyle, d'acroléine, de glycérine entraînée, d'acide formique, etc. Le résidu est formé par l'excès de glycérine nécessaire pour empêcher que l'acide formique distille sans agir sur la glycérine; on emploie ce résidu pour une nouvelle préparation d'alcool allylique, en le distillant avec une nouvelle quantité d'acide oxalique.

» On obtient l'alcool allylique en rectifiant le liquide qui est passé entre 190 et 260 degrés; après dessiccation par le carbonate de potasse, on

(1) *Bulletin de la Société Chimique* (nouvelle série), t. VII, p. 347.
(2) *Bulletin de la Société Chimique* (nouvelle série), t. IX, p. 83.

le débarrasse du formiate d'allyle et de l'acroléine par la potasse solide.

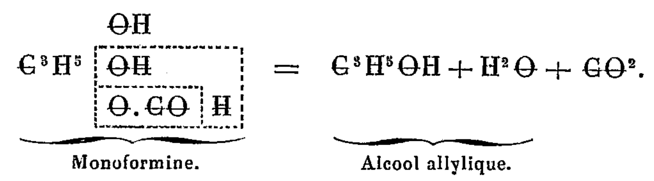
» On distille de nouveau et on enlève les dernières traces d'eau par une rectification sur la baryte anhydre. On obtient en alcool allylique plus d'un cinquième du poids de l'acide oxalique employé.

» L'alcool allylique est un liquide incolore d'une odeur irritante qui se manifeste quelque temps après l'inhalation ; il bout à 91 degrés; exposé à une température de ÷ 54 degrés, il se solidifie.

» L'analyse a donné des nombres correspondant exactement à la formule C^3H^6O.

» Le carbonate de potasse ne le déshydrate pas complétement, comme le démontrent les analyses de M. Linnemann ainsi que celles de MM. Tollens et Weber.

» L'alcool allylique se forme par deux réactions successives: il se produit d'abord de la monoformine, qui se décompose ensuite en acide carbonique, eau et alcool allylique:



» Il y a entre la glycérine et l'alcool allylique la différence de $(OH)^2$.

» La monoformine a été isolée au mélange de glycérine et d'acide oxalique, chauffé à 190 degrés, par l'agitation avec l'éther. Par évaporation l'éther a laissé une huile distillant dans le vide à 165 degrés, mais qui, chauffée à l'air, se décompose en alcool allylique et acide carbonique. Elle est neutre, mais se dédouble avec l'eau en donnant naissance à de l'acide formique. L'analyse a donné approximativement les nombres de la monoformine.

» Le gaz dégagé dans la préparation de l'alcool allylique est de l'acide carbonique mêlé à 4 à 5 pour 100 d'oxyde de carbone, comme l'ont démontré des échantillons pris à 245, 249, 256 degrés.

» L'iodure d'allyle, préparé par MM. Berthelot et de Luca (1), a été la matière première employée par ces chimistes, ainsi que par MM. Cahours et Hofmann (2), pour la préparation d'un grand nombre d'éthers allyliques. On obtient facilement l'iodure d'allyle par la distillation du mélange d'al-

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XLIII, p. 257.

(2) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. L, p. 432.

cool allylique, d'iode et de phosphore rouge indiqué dans une communication précédente de MM. Tollens et Weber; on distille lentement, et quand la moitié de l'iodure est passée, on ajoute de l'eau pour distiller le reste: sans cette précaution on s'expose à une explosion.

» L'iodure d'allyle avec le zinc, l'acide chlorhydrique et l'alcool, donne du gaz propylène; nous préférons ces matières au mercure et à l'acide chlorhydrique concentré; la réaction se passe à froid, et presque aucune partie d'iodure d'allyle n'échappe par volatilisation à la réaction de l'hydrogène naissant.

» L'alcool allylique s'unit au chlore pour former divers produits que nous étudions en ce moment.

» L'alcool allylique est la matière première de la préparation de l'acide allylique, des sulfallylates, etc.

» Nous avons cherché à généraliser la réaction qui donne naissance à l'alcool allylique, mais les alcools monoatomiques ne se prêtent pas à cette réaction: l'alcool amylique et le phénol, en présence de l'acide formique, restent intacts à 280 degrés, et ne perdent pas ӨH pour engendrer le diamyle ou le diphényle. La mannite est réduite à 270 degrés, il se produit de l'acide carbonique, et il distille un liquide jaunâtre, bouillant à 250 à 270 degrés, possédant l'odeur de l'acide parasorbique.

» Nous nous proposons de soumettre aussi l'érythrite à l'action de l'acide formique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le bromure d'allyle et l'essence de moutarde.* Note de **M. B. Tollens**, présentée par M. Wurtz.

» MM. Cahours et Hofmann ont préparé le bromure d'allyle en faisant agir du bromure de phosphore sur l'alcool allylique; mais la quantité dont ils disposaient étant trop minime, ils ont dû renoncer à un examen de ses propriétés.

» Le bromure d'allyle est un liquide incolore, d'odeur irritante, sa densité est 1,451 à zéro, 1,4358 à 15 degrés, et 1,3609 à 62 degrés; le coefficient de dilatation de zéro à 15 degrés est 0,0007136, de 15 à 62 degrés 0,0011848; la densité calculée pour 70 degrés est 1,3489, et le volume spécifique 89,7; il devrait être de 88,3 d'après des théories de M. Kopp; il bout à 70 degrés sous une pression de 753 millimètres; l'analyse a confirmé la formule $Ɵ^3H^5Br$.

» Le bromure d'allyle est différent du propylène bromé de M. Reynolds,

dont le point d'ébullition est de 54 degrés, d'après des expériences inédites de M. Vogt.

» Il rappelle les propriétées du chlorure d'allyle de M. Oppenheim (1) et de l'iodure d'allyle, avec lesquels il forme un groupe bien caractérisé présentant les mêmes différences des points d'ébullition, qu'on a constatées dans d'autres séries :

	Chlorure.		Bromure.		Iodure.
Allyle............	C^3H^5Cl		C^3H^5Br		C^3H^5I
	44°,5	25°,5	70°	31°	101°
	32°,5		29°		30°
Éthyle...........	C^2H^5Cl		C^2H^5Br		C^2H^5I
	12°	29°	41°	30°	71°

» Le bromure d'allyle se décompose avec les sels potassiques et argentiques; chauffé avec le sulfure de potassium, il forme du sulfure d'allyle ou essence d'ail, bouillant à 140 degrés (2). Le bromure d'allyle, comme l'a trouvé M. Dusart (3), donne du sulfocyanure d'allyle.

» Le sulfocyanure d'allyle prend également naissance dans la distillation du sulfallylate de potassium avec le sulfocyanure de potassium (4).

» Le sulfocyanure d'allyle, engendré des deux manières, est identique sous tous les rapports, avec l'essence de moutarde naturelle.

» Ces recherches ont été faites au laboratoire de M. Wurtz. »

PHYSIOLOGIE. — *Expériences d'inoculation, démontrant que le tissu d'une pustule maligne et le sang d'un animal charbonneux ne perdent pas, par la dessiccation, leur propriété virulente.* Note de **M. Raimbert.**

« Dans une communication faite par M. Bouley à l'Académie le 18 février, sur le *mal des montagnes* qu'il identifie au charbon, je lis la conclusion suivante : « 2° Que du sang charbonneux, qui contient des bactéries en très-

(1) *Bulletin de la Société Chimique* (nouvelle série), t. VI, p. 3.

(2) L'essence d'ail se combine au brome en donnant naissance à de belles aiguilles incolores.

(3) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XLV, p. 339.

(4) Une réaction parallèle engendre le sulfocyanure d'éthyle, mais les sulfocyanures d'éthyle et d'allyle, comme l'a démontré récemment M. Hofmann, ne sont pas des substances analogues; la même réaction donne donc des produits non comparables dans les séries éthylique et allylique, phénomène dont l'explication reste à trouver et du genre de ceux qui se produisent dans la formation des carbylamines ou formonitriles.

» grande quantité, perd sa propriété virulente par la dessiccation et ne la
» récupère pas par son délayement dans l'eau, quoique les bactéries y res-
» tent parfaitement visibles. »

» Cette conclusion est tout à fait en opposition avec le résultat que j'ai obtenu d'inoculations pratiquées avec des fragments de pustules malignes desséchées et le sang desséché d'un animal charbonneux. Je demande la permission à l'Académie de lui exposer brièvement des expériences anciennes et d'autres plus récentes, qui me paraissent décisives.

» I. *Expériences d'inoculation concernant la pustule maligne.* — Depuis les recherches que j'ai entreprises avec le concours de M. Davaine, la présence de bactéridies dans la pustule maligne est un fait que de nouvelles investigations ont pleinement confirmé; cette affection est donc bien de nature charbonneuse, et la dessiccation devrait, d'après la conclusion ci-dessus, lui faire perdre sa propriété virulente : il n'en est rien, comme le prouvent les faits suivants.

» *Premier fait* : Une pustule maligne fut enlevée, en juillet 1859, avec le bistouri, à l'avant-bras d'une femme, et une très-petite portion de l'escarre, de l'épiderme vésiculeux et du sang *desséché* de cette pustule furent inoculés à un lapin. Cet animal mourut, trente-six heures après l'inoculation.

» *Deuxième fait* : En septembre 1861, je pratique l'excision d'une pustule maligne à l'avant-bras de la femme d'un marchand de peaux de mouton, et, vingt heures après, j'inocule à un fort lapin un fragment de cette pustule, dont la *surface est desséchée.* Le lapin meurt, quarante-huit heures après l'inoculation.

» *Troisième fait* : Le 9 novembre 1861, j'excise, au cou d'un marchand de peaux de lapin, une pustule maligne dont il meurt. Dix-huit heures après, j'inocule à un lapin un fragment *desséché* de cette pustule; mort du lapin quatre-vingts heures après l'inoculation.

» II. *Expériences d'inoculation concernant le sang charbonneux.* — *Première expérience*: En juillet 1868, j'inocule, à un fort lapin, du sang *desséché*, *contenant des bactéridies* et provenant de la rate d'un cheval charbonneux; mort du lapin au bout de cinquante-six à soixante heures. (En même temps un lapin est inoculé avec du sang tiré de la veine lacrymale, pendant la vie du même animal déjà malade; ce sang est desséché et ne contient pas de bactéridies : résultat nul.)

» *Deuxième expérience* : Le 26 janvier 1869, je délaye dans de l'eau du sang, desséché depuis six mois, de la rate de ce même cheval, et je l'ino-

cule sous la peau du dos d'un cobaye; mort du cobaye soixante heures après l'inoculation; très-nombreuses bactéridies dans la rate de cet animal.

» *Troisième expérience :* Le même jour, à la même heure, j'inocule à un cobaye du *sang desséché* contenant une grande quantité de bactéridies, provenant d'un mouton mort du sang de rate, et conservé depuis près de cinq mois. Le cobaye meurt, au bout de cinquante à cinquante-quatre heures. Bactéridies innombrables dans la rate de ce cobaye.

» *Conclusion.* — Ces faits et expériences n'ont pas besoin de commentaire : ils prouvent, ce me semble, qu'un fragment de pustule maligne desséchée, au moins à la surface, inoculé à un lapin, et que le sang d'un animal charbonneux, contenant des bactéridies, inoculé à un lapin ou à un cobaye, desséché ou délayé dans l'eau après dessiccation, déterminent la mort de ces animaux. »

PHYSIOLOGIE. — *Remarques relatives aux recherches de* M. Sanson *sur les maladies charbonneuses.* Note de **M. C. Davaine**, présentée par M. Claude Bernard.

« Dans sa communication du 11 janvier 1869 sur la maladie appelée *mal des montagnes*, M. Bouley rapporte des observations de M. Sanson, relatives à la maladie charbonneuse. Ces observations infirmeraient plusieurs des résultats de mes recherches sur cette maladie : 1° le sang charbonneux perdrait, par la dessiccation, la faculté de transmettre le charbon ; 2° les *bactéridies* n'existeraient pas constamment chez les animaux atteints de cette maladie.

» 1° Quant au premier point, j'ai inoculé le sang charbonneux desséché un grand nombre de fois avec succès. J'ai déjà publié plusieurs de ces faits ; il me suffira d'en rappeler quelques-uns. Pendant l'été de 1864, j'ai fait de nombreuses recherches expérimentales sur les maladies charbonneuses ; or, je me suis procuré le virus charbonneux avec du sang que je conservais sec depuis l'année précédente et qui datait de onze mois. Ce fait se trouve mentionné dans les *Comptes rendus* de l'Académie, séance du 22 août 1864. Au mois de juillet 1868, je fis de nouvelles expériences sur cette maladie. Le virus charbonneux provenait, cette fois, de sang desséché qui m'a été envoyé dans une lettre par M. Raimbert, médecin à Châteaudun. Dans la séance de l'Académie de médecine du 11 août, j'ai montré un cobaye atteint d'une pustule maligne artificielle ; cette pustule avait été produite par l'introduction, sous l'épiderme de l'animal, d'une très-petite parcelle de ce même sang sec, envoyé par M. Raimbert. Le grand nombre des inocula-

tions que j'ai faites en 1864, puis en 1868, et qui toutes ont eu pour point de départ l'inoculation de sang desséché, ne peuvent laisser croire à une erreur dans la nature de la maladie; il n'est donc point possible de contester le fait. Cependant, je suis loin de nier la réalité des résultats contradictoires obtenus par M. Sanson; ces résultats s'expliquent facilement. J'ai fait observer, dans plusieurs de mes publications, que la putréfaction enlève assez promptement au sang charbonneux la propriété de transmettre la maladie; j'ai fait observer encore que, en été, le sang charbonneux qu'on laisse se dessécher lentement se putréfie d'abord et qu'il devient ainsi tout à fait inerte. Il faut, sans doute, voir dans ce fait l'une des causes qui ont amené les résultats négatifs obtenus par M. Sanson.

» 2° Quant à la présence des *bactéridies* chez les animaux charbonneux qui, suivant M. Sanson, ne serait pas constante, je ne chercherai point à expliquer la contradiction. Je ferai simplement observer que la putréfaction enlève, il est vrai, au sang charbonneux, sa faculté d'inoculer le charbon, mais elle donne à ce sang la propriété de tuer par *septicémie*. Or, la septicémie est contagieuse comme le charbon et peut être facilement confondue avec lui, si l'on se contente d'un examen superficiel; elle s'en distingue toutefois par les caractères précis que j'ai donnés dans une récente communication à l'Académie; en outre, par l'*absence des bactéridies*. Ce qui tendrait à prouver que M. Sanson n'a point évité la confusion que je signale, c'est d'abord que cet observateur, croyant à une parenté très-étroite entre le charbon et la putréfaction, n'a pas dû se préoccuper de l'éviter; c'est ensuite que le sang qu'il a expérimenté, après l'avoir desséché, n'a point donné lieu à une maladie générale; or, c'est ce qui arrive pour le sang de la septicémie, mais non pour le sang charbonneux.

» Enfin, bien qu'il soit établi par les recherches de plusieurs observateurs que les filaments du sang charbonneux ne sont pas de la même espèce que ceux de la putréfaction, de la septicémie (Coze et Feltz), ou d'une *infusion de foin*, bien que l'un des savants les plus autorisés en ces matières, M. Robin, tenant compte de leurs caractères distinctifs, ait cru devoir classer les filaments du charbon, non plus parmi les vibrioniens, mais parmi les algues, dans le genre *Leptothrix*, M. Sanson confond tous ces petits êtres les uns avec les autres et leur donne collectivement le nom de *Bactéries*.

» Avec des vues si différentes, deux observateurs ne peuvent arriver aux mêmes résultats; il me suffit, je pense, de signaler ces divergences du point de départ pour rendre raison des contradictions. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur la virulence du sang des animaux affectés de maladies charbonneuses*. Note de **M. Luton**. (Extrait.)

« La communication faite par M. Bouley sur les maladies charbonneuses, le 11 janvier, contient la conclusion suivante :

« 2° Que du sang charbonneux qui contient des bactéries en très-grande » quantité, perd sa propriété virulente par la dessiccation et ne la récupère » pas par son délayement dans l'eau, quoique les bactéries y restent par» faitement visibles. »

» Voici la relation de quelques faits entièrement contradictoires, sans excepter celui qui est négatif.

» *Première expérience*. — Le 5 novembre 1868, je reçus de M. Davaine, sur ma demande, du sang charbonneux desséché, et qui lui avait été adressé trois mois auparavant par M. Raimbert. Je ne fis usage de ce sang que le 20 janvier suivant, c'est-à-dire plus de cinq mois après qu'il avait été recueilli et desséché. J'en délayai une petite quantité dans de l'eau froide, et j'injectai le tout sous la peau d'un lapin. Cet animal succombait trente-six heures plus tard : son sang était infecté de bactéridies.

» *Deuxième expérience*. — J'avais desséché rapidement du sang du lapin précédent, et, après cette opération, je voulus éprouver son activité. J'en délayai quelques parcelles dans de l'eau, et j'injectai le liquide obtenu sous la peau d'un cochon d'Inde : celui-ci mourait avant la fin du deuxième jour. Il était infecté de bactéridies.

» Assuré que le sang que j'avais desséché a encore toute sa virulence, je le conserve pour l'essayer à certains intervalles et savoir pendant combien de temps les bactéridies gardent leur faculté de reviviscence.

» *Troisième expérience*. — J'avais recueilli, au mois d'octobre 1868, du sang d'un mouton charbonneux et je l'avais desséché un peu trop lentement. Je ne l'éprouvai que le 20 janvier dernier, soit environ trois mois après. J'en diluai une assez grande proportion dans de l'eau et je l'injectai sous la peau d'un cochon d'Inde. L'insuccès fut complet, l'animal ne périt pas. Il était, du reste, évident à l'état microscopique que les bactéridies du sang desséché par moi avaient subi un certain degré d'altération.

» Voilà donc des faits qui prouvent :

» 1° Que du sang charbonneux, desséché avant qu'il ait pu éprouver aucune décomposition putride, conserve son pouvoir virulent au moins pendant cinq mois;

» 2° Que du sang charbonneux desséché trop lentement, et ayant subi un commencement de fermentation putride, n'est plus apte à transmettre la maladie charbonneuse. »

ANATOMIE MICROSCOPIQUE. — *Des cellules et des noyaux tubulaires des tendons.* Note de **M. Ranvier**, présentée par M. Claude Bernard.

« Les recherches sur lesquelles j'ai l'honneur d'appeler l'attention de l'Académie ont été faites dans le laboratoire de M. Claude Bernard, au Collége de France.

» Mes observations ont porté sur des animaux divers : le chien, le lapin, le rat, la souris, la taupe, la grenouille et le triton. Chez tous ces animaux, les éléments cellulaires des tendons présentent des dispositions analogues. Pour les reconnaître, il faut choisir des tendons assez minces, afin de pouvoir les examiner sans y pratiquer de section.

» Chez les vertébrés, les muscles spinaux se terminent dans la queue par des tendons fort grêles, légèrement aplatis, dont quelques-uns se poursuivent en gardant le même diamètre depuis la base de la queue jusqu'à la dernière vertèbre. Ces tendons glissent dans une gaîne synoviale commune et sont recouverts de cellules épithéliales plates, semblables à celles de toutes les membranes séreuses. Cette disposition permet de les extraire facilement, sans leur faire éprouver de tiraillement ni de torsion. Une fois isolés, les tendons sont placés sur une lame de glace et fixés à leurs deux bouts avec de la cire d'Espagne. On les colore à l'aide de la solution ammoniacale de carmin, on lave à l'eau distillée et l'on fait agir l'acide acétique.

» Ce dernier réactif rend les faisceaux consécutifs transparents, et l'on distingue alors des traînées parallèles, d'une régularité parfaite, parcourant le tendon suivant sa longueur. A un grossissement de 250 diamètres, on reconnait que ces traînées sont constituées par de petits cylindres, ayant $0^{mm},003$ de diamètre, et $0^{mm},020$ de longueur. Ces cylindres sont fortement colorés en rouge. Leurs bords sont réguliers et parallèles, et leurs extrémités sont coupées à vive arête. Ces cylindres sont séparés les uns des autres par des disqnes, ayant 1 à 2 millièmes de millimètre de longueur, et formés par une substance grenue colorée plus faiblement par le carmin.

» Si l'on coupe alors le tendon, de manière à le détacher des deux masses de cire à cacheter qui le maintenaient étendu, on le voit, sous l'influence de l'acide acétique, revenir peu à peu sur lui-même, et perdre la moitié et même les deux tiers de sa longueur. Si l'on observe de nouveau au micro-

scope, on remarque des changements considérables dans la disposition des traînées et des cylindres indiqués précédemment. Ceux-ci ne participent pas au retrait de la substance fibreuse qui les sépare. Ils se pressent par leurs extrémités, se disposent les uns à la suite des autres en formant des angles, et produisent par leur ensemble une ligne brisée dont les segments sont égaux entre eux. Si le retrait de la substance fibreuse est plus considérable, les cylindres deviennent sinueux, ondulés, et même se contournent en tire-bouchons.

» Ces éléments, devenus onduleux sous l'influence d'un artifice de préparation, ont été observés par Henle, qui les considérait comme des éléments particuliers et les a décrits sous le nom de *fibres spirales des tendons*. Du reste tous les micrographes commettent une erreur analogue lorsqu'ils considèrent la forme serpentine des noyaux musculaires de la vie organique comme spécifique, alors qu'elle est due à un retrait de la substance musculaire sous l'influence acétique, retrait auquel le noyau ne participe pas. Je me suis assuré qu'il en est bien ainsi en examinant, avec les réactifs ordinaires, des faisceaux de muscles lisses maintenus tendus au moyen de la cire à cacheter.

» Lorsque l'on comprime les tendons colorés et placés dans l'acide acétique, on parvient à isoler les traînées de cylindres précédemment indiquées, et l'on remarque qu'elles sont limitées par une membrane anhyste extrêmement mince et continue, formant un véritable tube. Pour avoir des notions plus complètes sur ces différentes parties, il faut les étudier sur des animaux n'ayant pas encore achevé leur développement. Il convient aussi d'avoir recours à d'autres modes de préparation.

« *A*. Chez les animaux jeunes, les traînées ne sont pas enveloppées par une membrane anhyste, et une pression légère, en aplatissant le tendon, en écarte les parties et suffit pour amener de grands changements dans les éléments dont j'ai parlé. Les petits cylindres s'entrouvrent, et l'on reconnaît qu'ils sont formés par une lame enroulée, qui se déroule et s'étale. Cette lame occupe le centre d'une cellule plate quadrilatère, et doit être considérée comme un véritable noyau. La cellule elle-même n'est autre chose qu'une lame déroulée. Chaque cellule enroulée est soudée par ses extrémités à une cellule semblable, et de leur réunion résulte un tube formé de cellules placées bout à bout. Les trainées dont il a été tout d'abord question sont donc de véritables tubes cellulaires, qui présentent une certaine analogie avec les vaisseaux des végétaux, mais qui en diffèrent par certains points, les vaisseaux des végétaux résultant de cellules placées bout à bout

et ouvertes les unes dans les autres, tandis que les canaux des tendons sont formés par des cellules plates, enroulées et soudées par leurs bords. De plus, les cellules végétales qui forment les vaisseaux proviennent d'une élaboration du protoplasma; les cellules de nos canaux, au contraire, sont constituées par le protoplasma de la cellule, aplati et étalé en membrane.

» *B*. Si l'on applique la méthode de l'imprégnation d'argent à l'étude des tendons, on reconnaît : une couche formée par des cellules épithéliales aplaties, limitées par le dépôt d'argent; au-dessous, du tissu connectif ordinaire, avec des espaces plasmatiques, larges, étoilés et anastomosés, puis le tissu du tendon lui-même, dont la substance fibreuse est imprégnée d'argent. Les tubes cellulaires sont ménagés par le dépôt, et apparaissent comme des trainées claires, à bords parallèles, coupées par des lignes transversales foncées et équidistantes. Ces lignes correspondent évidemment au point d'union des différentes cellules enroulées qui forment les tubes cellulaires.

» On ne connaissait, dans les êtres vivants, aucun élément dont la forme fût comparable aux cellules et aux tubes que je viens de décrire.

» Ces tubes semblent destinés à charrier les sucs nutritifs des tendons. Ce sont donc des canaux plasmatiques d'une nouvelle espèce. »

MM. Lemozy et Magnien signalent l'apparition d'un bolide observé à Trémont, près Tournus (Saône-et-Loire), dans la soirée du 26 janvier, vers 8 heures : il se dirigeait du S.-O. au N.-E.

M. Bianchi adresse de Toulouse une Note relative à la constitution des protubérances solaires. Selon lui, ces protubérances seraient des masses montagneuses, émettant peut-être les matières gazeuses dont l'étude spectrale révèle l'existence autour d'elles.

A 5 heures un quart, l'Académie se forme en comité secret.

La séance est levée à 6 heures. É. D. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 1er février 1869, les ouvrages dont les titres suivent :

Mission scientifique au Mexique et dans l'Amérique Centrale; ouvrage publié par ordre de S. M. l'Empereur et par les soins du Ministre de l'Instruction publique. Géologie. — Voyage géologique dans les républiques de Guatemala et Salvador; par MM. A. DOLLFUS *et* E. DE MONT-SERRAT. Paris, 1868; in-folio avec planches.

Atlas des mouvements généraux de l'atmosphère, année 1865. — *Janvier, février, mars. Rédigé par l'Observatoire impérial de Paris sur les documents fournis par les observatoires et les marines de la France et de l'Étranger; publié sous les auspices du Ministre de l'Instruction publique et avec le concours de l'Association scientifique de France.* Paris, 1869; in-folio oblong.

Asie Mineure. — Description physique de cette contrée; par M. P. DE TCHIHATCHEF. — Quatrième partie : *Géologie*, t. II et III. Paris, 1869; 2 vol. grand in-8°. (Présentés par M. Élie de Beaumont.)

Histoire des plantes. — Monographie des Anonacées; par M. H. BAILLON. Paris, 1868; grand in-8° avec figures.

Histoire des plantes. — Monographie des Monimiacées; par M. H. BAILLON. Paris, 1869; grand in-8° avec figures. (Ces deux ouvrages sont présentés par M. Trécul.)

Recueil de Mémoires de Médecine, de Chirurgie et de Pharmacie militaires, rédigé sous la surveillance du Conseil de santé et publié par ordre du Ministre de la Guerre. 3e série, t. XXI. Paris, 1868; in-8°.

Éléments de Géologie (Géologie de la France); par M. V. RAULIN. Paris, 1868; in-12 avec figures.

Les saisons. — Études de la nature; par M. F. HOEFER, 2e série. Paris, 1868; in-12. (Présenté par M. de Quatrefages.)

Le bassin d'Arcachon. Son importance. Question huîtrière. Bordeaux, 1868; br. in-8°.

Le cimetière de Méry-sur-Oise et les sépultures en général; par M. J. LEMAIRE. Paris, 1869; br. in-8°.

Recherches sur la nature des miasmes fournis par le corps de l'homme en

santé; par M. J. LEMAIRE. Paris, 1868; br. in-8°. (Extrait de la *Gazette médicale de Paris.*)

Le typhus, le choléra, la peste, la fièvre jaune, la dysenterie, les fièvres intermittentes et la pourriture d'hôpital sont-ils dus aux infusoires qui jouent le rôle de ferment? par M. J. LEMAIRE. Paris, 1868; br. in-8°. (Extrait de la *Gazette médicale de Paris.*)

Recherches sur le rôle des infusoires, pour servir à l'histoire de la pathologie animée; par M. J. LEMAIRE. Paris, 1868; br. in-8°. (Extrait de la *Gazette médicale de Paris.*)

Zoologie vétérinaire. — Note les Strongyliens et les Sclérostomiens de l'appareil digestif des bêtes ovines; par M. C. BAILLET. Paris, 1868; br. in-8°.

Memorie... *Mémoires de la Société italienne des Sciences fondée par* A. M. LORGNA, 3e série, t. Ier. Florence, 1868; in-4° avec planches.

Atti... *Actes de la Société économique de Chiavari, juillet* 1868. Chiavari, 1868; br. in-8°. (Présenté par M. de Verneuil.)

Intorno... *Note sur la vie et les écrits de Wolfgang et Giovanni Bolyai de Bolya, mathématiciens hongrois; par* M. A. FORTI. Rome, 1868; in-4°. (Présenté par M. Chasles.)

Sulla... *Sur l'époque de la cécité complète de Galilée : Réponse de* M. P. VOLPICELLI *au P. Secchi.* Rome, 1868; in-8°.

Cenni... *Notices biographiques sur quelques illustres chirurgiens du siècle actuel; par* M. C.-A. FUMAGALLI. Milan, 1868; in-8°. (Présenté par M. le Baron Larrey.)

Nevralgia... *La névralgie traumatique rebelle à la névrotomie; par* M. C. FUMAGALLI. Milan, 1868; opuscule in-8°. (Présenté par M. le Baron Larrey.)

Il... *Le globe, la dynamique et la descriptive terrestre; par* M. S.-S. MOLETI. *La dynamique.* Messine, 1868; in-8°.

Note... *Note de chimie générale et de toxycologie; par* M. P. SCIVOLETTO. Naples, 1868; br. in-4°

Gli... *Les uranatmes ou étoiles tombantes de la période de novembre* 1868, *observées à Rome et à Civita-Vecchia.* Rome, 1868; opuscule in-8°.

PUBLICATIONS PÉRIODIQUES REÇUES PAR L'ACADÉMIE PENDANT LE MOIS DE JANVIER 1869.

Annales de Chimie et de Physique; par MM. CHEVREUL, DUMAS, BOUSSINGAULT, REGNAULT, WURTZ, avec la collaboration de M. BERTIN. Décembre 1868 et janvier 1869; in-8°.

Annales de l'Agriculture française; nos 23 et 24 1868; in-8°.

Annales de la Société d'Hydrologie médicale de Paris, t. XV, 2e et 3e livraisons; 1869; in-8°.

Annales de l'Observatoire Météorologique de Bruxelles; n° 12, 1868; in-4°.

Annales des Conducteurs des Ponts et Chaussées; nos 10 et 11, 1868; in-8°.

Annales du Génie civil; janvier 1869; in-8°.

Annales médico-psychologiques; janvier 1869; in-8°.

Atti dell' imp. reg. Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti. Venise, t. XIV, 1er cahier, 1869; in-4°.

Bibliothèque universelle et Revue suisse; n° 133, 1869; in-8°.

Bulletin de l'Académie impériale de Médecine; nos des 15 et 30 décembre 1868; in-8°.

Bulletin de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique; n° 12, 1868; in-8°.

Bulletin de la Société académique d'Agriculture, Belles-Lettres, Sciences et Arts de Poitiers; nos 129 à 131, 1868; in-8°.

Bulletin de la Société d'Anthropologie de Paris; mai et juin 1868; in-8°.

Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale; novembre et décembre 1868; in-4°.

Bulletin de la Société de Géographie; octobre 1868; in-8°.

Bulletin de la Société française de Photographie; décembre 1868; in-8°.

Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse; novembre 1868; in-8°.

Bulletin de la Société Philomathique; avril à août 1868; in-8°.

Bulletin de Statistique municipale, publié par les ordres de M. le Baron HAUSSMANN; juillet et août 1868; in-4°.

Bulletin général de Thérapeutique; 30 décembre 1868, 15 et 30 janvier 1869; in-8°.

Bulletin hebdomadaire de l'Agriculture; nos 2 à 5, 1869; in-8°.

Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze matematiche et fisiche; septembre 1868; in-4°.

Bullettino meteorologico dell' Osservatorio del R. Collegio Carlo Alberto; nº 11, 1868; in-4º.

Bullettino meteorologico del R. Osservatorio del Collegio Romano, nº 12, 1868; in-4º.

Catalogue des Brevets d'invention; nº 7, 1868; in-8º.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences; nºs 1 à 4, 1er semestre 1869; in-4º.

Cosmos; nºs des 2, 9, 23, 30 janvier 1869; in-8º.

Gazette des Hôpitaux; nº 152, 1868, et nºs 1 à 13, 1869; in-4º.

Gazette médicale de Paris; nºs 1 à 5, 1869; in-4º.

Journal d'Agriculture pratique; nºs 53, 1868, et nºs 1 à 4, 1869; in-8º.

Journal de Chimie médicale, de Pharmacie et de Toxicologie; janvier 1869; in-8º.

Journal de l'Agriculture, nºs 60 et 61, 1869; in-8º.

Journal de la Société impériale et centrale d'Horticulture; novembre 1868; in-8º.

Journal de l'Éclairage au Gaz; nºs 19 et 20, 1868; in-4º.

Journal de Médecine de l'Ouest; 31 décembre 1868; in-8º.

Journal de Médecine vétérinaire militaire; décembre 1868; in-8º.

Journal de Pharmacie et de Chimie; décembre 1868 et janvier 1869; in-8º.

Journal des Connaissances médicales et pharmaceutiques; nº 36, 1868, et nºs 1 à 3, 1869; in-8º.

Journal des Fabricants de Sucre; nºs 38 à 42, 1868; in-fol.

Kaiserliche... *Académie impériale des Sciences de Vienne;* nº 29, 1868, et nº 1, 1869; in-8º.

(*La suite du* Bulletin *au prochain numéro.*)

ERRATUM.

(Séance du 25 janvier 1869.)

Page 195, ligne 22, *au lieu de* 3 grammes, *lisez* 5 grammes.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 8 FÉVRIER 1869.

PRÉSIDENCE DE M. CLAUDE BERNARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. Piobert, en faisant hommage à l'Académie d'un nouveau tirage de son ouvrage « Propriétés et effets de la poudre », s'exprime comme il suit :

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie un nouveau tirage de la seconde édition de la partie du *Traité d'Artillerie théorique et pratique*, qui a pour titre : *Propriétés et effets de la poudre*. Le présent volume comprend de plus le Rapport de notre très-regretté confrère, M. Poncelet, sur le Mémoire qui a servi de base à l'ouvrage; l'illustre savant a cru devoir compléter l'exposition des questions relatives aux effets de la poudre par une Introduction historique contenant les recherches faites antérieurement sur le même sujet, et que, dans la publication de son Rapport, il a motivé en ces termes :

« Les recherches des lois de l'inflammation de la poudre de guerre et de
» ses effets explosifs est une des questions les plus épineuses, les plus im-
» portantes et les plus dignes d'intérêt que puisse offrir l'application des
» sciences physiques et mathématiques ; c'est aussi l'une de celles qui ont
» le plus exercé la sagacité des physiciens et des géomètres, dont les travaux

» sont, pour la plupart, consignés dans des ouvrages peu connus des per-
» sonnes qui ne font pas de l'artillerie une étude spéciale. Nous pensons, en
» conséquence, devoir faire précéder l'analyse de l'important Mémoire
» dont MM. Arago, Dulong et moi sommes chargés de rendre compte à
» l'Académie d'un exposé historique qui fasse bien connaître l'état de la
» question à l'époque où M. Piobert a entrepris ses recherches. »

» La nécessité de bien apprécier les effets de la poudre et de trouver les moyens de les modifier se présente surtout depuis quelques années qu'on cherche à augmenter démesurément les effets des projectiles de l'artillerie, et qu'on est arrêté par les fortes dégradations des bouches à feu, bientôt mises hors de service, quelle que soit la résistance des métaux employés dans leur construction.

» D'un autre côté, la connaissance des propriétés de la poudre est devenue indispensable depuis que plusieurs nouvelles substances explosibles découvertes par les chimistes ont été proposées pour être substituées à la poudre. »

ASTRONOMIE. — *Examen critique des idées et des observations du* P. Hell *sur le passage de Vénus de* 1769; *par* **M. Faye.**

« M. de Littrow, directeur de l'Observatoire impérial de Vienne, ayant remarqué dans les *Comptes rendus* du 4 janvier l'appréciation que j'y ai faite de l'observation du P. Hell, un de ses prédécesseurs, a bien voulu m'adresser un *fac-simile* du manuscrit original de l'observation de Wardhus. Je vais transcrire ce *fac-simile* en omettant, pour l'instant, une ligne intercalée après coup, avec une encre plus noire que le reste, et en conservant des incorrections qui s'expliquent par la rapidité d'une rédaction provisoire (1).

» ... Internus autem limborum Solis et Veneris contactus Sole sat clare lucente, attamen aliquantulum limbo Solis et Veneris undulantibus observatus a me tubo Dollondiano Haffniensi.

Videtur contactus fieri.	$9^h.32^m.35^s$
Contactus certus.	32.41
Pater Sajnovics suo tubo :	
Contactus dubius.	9.32.30
Certissimus ut ajebat.	32.45

» Idem obtinuit D. Borgrewing secunda nempe 10″ post numerata minuta sed loco

(1) Par exemple *limbo* pour *limbis*, *idem* pour *eumdem*, *vade* pour *valde*.

32 minutorum mihi exibuit 33, etc.... Sol superans hanc tetram nubem clarus lucere cœpit, limbi quoque Solis et Veneris ab undulationibus quiescere, eorumdemque contactum elegantissime et maxime præcise. Deus O. M. non sine ingenti et nostro et omnium circonstantium hospitum solatio observare indulsit....

Ego meo tubo ad id. horol :

	h m s
Videtur aliqua gutta nigra intra limbum Solis et Veneris ante contactum formari	15.26.6
Gutta hæc minui videtur vade	26.12
Disparet et contactum fieri censeo	26.17
Certissimus contactus	26.19

Pater Sajnovics :

Contactus certus	15.26.18
D. Borgrewing	15.26.10

» Horologium iterum a nobis inspectum et omnes in adnotandis minutis convenimus.

Contactus exterior.

	h m s
Ego : Dubius	15.44.22
Certus	44.26
Pater Sajnovics	15.44.27 v. 28
D. Borgrewing	15.44.20

» Cette espèce de procès-verbal a été probablement dressé à Wardhus, d'après les carnets (*schedæ*) remis au P. Hell par ses collaborateurs. Il porte des traces d'erreurs de transcription corrigées séance tenante avec la même encre et sans aucune affectation (1), et aussi quelques chiffres surchargés plus tard (avec une encre plus noire); mais, pour apprécier équitablement la portée de ces petites corrections, il faudrait recourir aux carnets primitifs des observateurs, carnets qui n'existent plus. Enfin, et pour achever de caractériser cette pièce, le passage qui commence par : « Idem obtinuit » D. Borgrewing, » et qui se termine par la phrase « Suspendi interea » judicium donec hæc explorata habeam, » montre que les termes mêmes en devaient être ultérieurement examinés et pesés avant la rédaction définitive.

» Mais le libellé primitif de l'observation prouve bien que, comme je

(1) Par exemple les deux premières lignes du *Contactus exterior* paraissent avoir été transcrites par erreur à la place du contact précédent de *Pater Sajnovics*, puis biffées. *Voir*, pour plus de détails sur ce manuscrit, le curieux opuscule de M. de Littrow : *P. Hell's Reise nach. Wardoe*, Vienne, 1835.

l'avais conjecturé dans mon précédent Mémoire, le P. Hell s'était promis d'observer avant tout les contacts *apparents*, et cela d'une manière si rationnelle qu'elle vient d'être proposée sous la même forme en Angleterre par M. Stone (*contactus dubius, contactus certus*). Il a bien observé, lui, le premier contact réel sous le nom de *fulmen*, mais il omet d'abord d'en faire mention au procès-verbal, et, s'il note le deuxième contact réel (*apparet aliqua gutta nigra*), c'est seulement comme une singularité dont il ne se rend pas compte; six mois après, à Copenhague, il n'était pas plus avancé à ce sujet. Pour m'expliquer un tel parti pris, il fallait évidemment remonter aux publications antérieures du P. Hell. Or il suffit de parcourir le curieux traité que cet astronome a inséré dans ses *Éphémérides de Vienne* (1765, p. 281 et suiv.) pour reconnaître qu'il n'avait aucune idée de l'expansion factice dont le disque solaire, comme les images des étoiles, sont entourés par suite des effets de la diffraction, de l'aberration de l'appareil optique et, dans de certaines limites, de l'irradiation oculaire. Pour lui les bords apparents du Soleil et de Vénus étaient des bords réels. Il connaissait bien pourtant le *fulgur* ou *filum lucidum* noté par Chappe en Sibérie, mais, à ses yeux, ce phénomène devait être en retard, sur le vrai contact, de tout le temps employé par Vénus pour franchir le filet de lumière; ce filet, pour devenir sensible, devait avoir une épaisseur en rapport avec la puissance optique de l'instrument employé. Chose remarquable, sur laquelle nous reviendrons plus tard, il a été le seul astronome de son temps qui ne se soit pas mépris sur la prétendue instantanéité de cette apparition. Enfin il ne prévoyait nullement cette goutte noire qu'il observa lui-même à la sortie; longtemps encore après il n'avait pas compris la connexité des apparences que les deux contacts internes présentent successivement et en ordre inverse.

» Naturellement les choses ne se passèrent pas tout à fait comme il l'avait pensé : le premier contact interne apparent se prolongea bien au delà de son attente, et il dut reconnaître, surtout par les observations du P. Sajnovics, lorsqu'il eut le temps de les examiner, que cette première phase, au lieu d'avoir une allure purement géométrique, avait présenté une incertitude de dix à quinze secondes, tandis qu'il se flattait d'avoir observé le second contact interne à une seconde près. Il faut voir la peine qu'il se donne pour expliquer une telle différence de précision entre deux contacts identiques. C'est sans doute à cette époque de son voyage qu'il reconnut l'utilité de faire mention de son observation du filet lumineux; il l'intercala dans le procès-verbal immédiatement au-dessous du trait qui sépare son

contactus certus de ceux du P. Sajnovics; l'encre de cette ligne intercalée (*fulmen*... $9^h\,32^m\,48^s$) est plus noire que celle du manuscrit. Il eut même un instant l'idée d'ajouter une ligne explicative au-dessous du *certissimus ut ajebat* du P. Sajnovics, mais il la biffa aussitôt; on n'en peut lire que la première syllabe *vid*, comme si le P. Hell avait voulu insérer quelque chose de semblable à *videtur Venus totaliter ingressa* ou à *videtur filum lucidum apparere*.

» Toujours est-il qu'à son arrivée à Copenhague, dans une publication officielle faite sous les yeux de ses collaborateurs et sans doute avec leur aveu, il a donné aux premiers contacts de l'astronome Sajnovics et du jeune botaniste Borgrewing des mentions explicatives qui ne se trouvent pas dans le procès-verbal.

	h m s
Limbus Veneris circularem suam formam fere jam recuperare videtur.....	9 32.35
Censeo circumferentias Veneris et Solis jam perfecte circulares, nec tamen filum lucidum apparet..	9.32.42
Apparet filum lucidum limbi Solis, Venere jam totaliter ingressa.........	9.32.48
Pater Sajnovics tubo 10 ½ ped. ita habet :	
Videtur Venus circumferentiam suam integram recuperasse.............	9.32.30
Ingressus totalis Veneris, filo lucido apparente.......................	9.32.45
D. Borgrewing tubo 8 ½ ped. :	
Ingressus totalis..	9.33 10

» Les détails de la sortie sont conformes au procès-verbal, sauf la suppression fort justifiable d'un *certissimus contactus*, à $15^h\,26^m\,19^s$.

» Devant ces documents, l'un privé, l'autre public, qui concordent sur tout, sauf en un détail de rédaction, une seule difficulté subsiste, ce me semble. Le P. Sajnovics a-t-il vraiment observé le filet lumineux au moment où il a écrit sur son carnet *contactus certissimus?* Ou bien le P. Hell a-t-il, après coup, altéré non pas les chiffres, mais le sens du libellé, afin de donner plus de prix à l'observation de ses collaborateurs?

» En fait la lunette du P. Sajnovics était plus claire que le dollond du P. Hell; il a donc pu voir, je dirai presque il a dû voir, deux ou trois secondes avant Hell, le filet lumineux qui annonçait l'entrée *plus que certaine* de la planète, et peut-être le superlatif *certissimus* ne veut-il pas dire autre chose. Toutefois, comme il suffit qu'il y ait lieu de se poser une telle question pour qu'on se sente porté à rejeter l'observation qui la motive, je m'en tiendrai au procès-verbal, ce qui réduit pour moi l'observation de Wardhus aux lignes suivantes (le P. Hell ne se doutait guère que son observation de la goutte noire serait seule employée) :

		Correct. de l'horl.
	h m s	m s
Contact réel interne à l'entrée........	9.32.48	— 1. 1.8
» à la sortie.......	15.26. 6	— 0.59.6

et nous allons les soumettre à un contrôle sévère.

» Le premier contact donne l'équation de condition suivante :

$$\text{Wardhus}\ldots\quad +23^s,3+10,2\,d\text{Æ}\,♀+16,2\,d\text{D}\,♀-44,5\,d\pi=0.$$

» Les autres observations de l'entrée, adoptées par M. Powalky, donnent, en posant

$$10,2\,d\text{Æ}\,♀+16,2\,d\text{D}\,♀=x,$$

Baie d'Hudson......	$+21^s.9+x-28,7\,d\pi=0,$
Philadelphie........	$+23.4+x-27,4\,d\pi=0,$
Cambridge........	$+15.9+x-30,0\,d\pi=0,$
Saint-Domingue.....	$+19.7+x-18.1\,d\pi=0,$
Martinique.........	$+18.7+x-20,5\,d\pi=0,$
Californie..........	$+6.6+x-2,0\,d\pi=0.$

» De ces six dernières on tire

$$x=-17,7+21,1\,d\pi.$$

» Portant cette valeur de x dans l'équation de Wardhus, et faisant

$$d\pi=+0'',35,$$

on trouve pour résidu

$$+23^s,5-25^s,8=-2^s,5.$$

» Ainsi l'erreur de l'observation du P. Hell se réduit à $2^s,5$ pour l'entrée.

» A la sortie, l'observation de la goutte noire donne l'équation

$$\text{Wardhus}\ldots\quad -9^s,1+16,5\,d\text{Æ}\,♀-8,1\,d\text{D}\,♀+30,7\,d\pi=0.$$

» Les autres observations de la sortie donnent, en posant

$$16,5\,d\text{Æ}\,♀-8,1\,d\text{D}\,♀=z,$$

Pékin.....................	$-2,7+z+28,9\,d\pi=0,$
Batavia..................	$-14,4+z+27,8\,d\pi=0,$
Orenburg................	$-11,2+z+42,3\,d\pi=0,$
Gurief....................	$-23,7+z+42,8\,d\pi=0,$
Californie................	$+10,9+z-33,3\,d\pi=0,$

d'où

$$z=8^s,2-21,7\,d\pi.$$

» En portant cette valeur avec $d\pi=+0'',35$ dans l'équation de War-

dhus, on trouve pour résidu

$$-9^s,1+11^s,3=+2^s,2.$$

» Ainsi, l'erreur de l'observation du P. Hell, observation qu'il a faite sans en connaître le sens, se réduit à $+2^s,2$ (1).

» Il nous sera difficile de faire mieux en 1874.

» Quant aux contacts apparents auxquels on paraît attacher de l'importance de l'autre côté du détroit, voici comment je les présenterai :

Entrée, contact interne.............	$9^h.32^m$	35^s	P. Hell.
		30	P. Sajnovics.
Sortie, contact interne..............	15.26	17	P. Hell.
		18	P. Sajnovics.

» Il me paraît, en effet, qu'à l'entrée il faut s'en tenir aux premières appréciations, car les deux observateurs sont restés en face de ce contact interne, attendant en vain, à partir du moment où ils le saisirent, qu'il devînt plus certain, tandis que les bords des deux astres allaient au contraire en se séparant de plus en plus, sans pourtant se détacher tout à fait l'un de l'autre. D'ailleurs le *contactus certissimus ut ajebat* du P. Sajnovics a reçu une interprétation spéciale du P. Hell, et ne saurait par conséquent figurer ici à titre de contact des bords apparents. En prenant la moyenne de chaque couple, et en tenant compte de l'état de la pendule, l'intervalle des deux contacts apparents serait $5^h 53^m 47^s,2$. Enfin l'effet imputable soit à la dilatation factice du disque solaire, soit à l'épaisseur du *filum lucidum*, serait d'environ 15^s à l'entrée et de 12^s à la sortie.

» Au milieu des discussions un peu confuses du P. Hell sur les phénomènes du *contactus opticus* et du *filum lucidum* ou de la *fulminatio*, j'ai saisi avec plaisir une idée juste. Tandis que les astronomes de son temps

(1) Ces calculs sont absolument indépendants de la correction $dr=+0'',128$, que M. Powalky a dû introduire dans ces équations de condition pour se débarrasser d'une inconnue. Les sept équations, à l'entrée, donnent $d\pi=+0'',28$; les six équations, à la sortie, donnent $d\pi=+0'',35$, valeur plus sûre. Quant aux autres inconnues dont il a été fait usage pour de très-petites réductions, j'ai trouvé dÆ♀ $=-0'',35$ et dD♀ $=-0'',50$, valeurs très-voisines de celles de M. Powalky, mais dépendantes de dr. Je n'aurais pas rendu pleine justice au travail de M. Powalky que je n'ai pas la prétention de vouloir refaire, si l'on pouvait conclure de quelques lignes de ma Note du 4 janvier que la correction des longitudes des stations en fait le principal mérite. Le succès de M. Powalky tient à une très-habile discussion des observations.

admettaient tous, avec Halley, que le plus mince filet de lumière devait apparaître instantanément derrière Vénus, et par conséquent au même moment pour tous les observateurs, comme cela a lieu dans les éclipses totales ou dans les émersions d'étoiles cachées par la Lune, tandis que tous espéraient obtenir ainsi un degré de précision inouï, le P. Hell soutenait au contraire, dès 1765, que le filet, pour être perceptible, devait avoir acquis une certaine épaisseur; que dès lors son apparition devait être en retard, sur le contact réel, de tout le temps employé par Vénus pour franchir cette épaisseur à raison de quinze secondes de temps par seconde d'arc (centralement); que cette épaisseur nécessaire devait varier beaucoup avec la puissance de la lunette; que le filet pouvait bien se montrer instantanément, au moment où il aurait acquis l'épaisseur requise pour un instrument donné, mais que cette instantanéité, cette fulmination n'était nullement le signe d'une précision extrême, car un observateur voisin, muni d'une lunette différente, verrait le même phénomène se manifester à un autre moment avec la même soudaineté. De là une source d'erreur que l'astronome de Vienne étudie compendieusement sous le titre : *Effectus tuborum in transitibus Mercurii et Veneris*. Il se demande quelle étendue angulaire un objet doit présenter pour être visible sous divers grossissements, avec des objectifs de diverses ouvertures, et, en partant des dernières divisions perceptibles à l'œil nu sur une règle graduée placée à la distance de la vision distincte, il arrive à fixer une limite, d'ailleurs trop forte; mais nous ne le suivrons pas plus loin.

» Ces deux opinions, si opposées en apparence, sont aisées à concilier, en tenant compte des conditions de visibilité qu'elles négligent l'une et l'autre. Quand le champ de la vision est à peu près obscur et l'œil non ébloui (éclipse totale ou nuit), il est bien vrai que le filet solaire le plus mince, ou un point stellaire de 0",001 de diamètre, sera parfaitement visible avec les plus faibles lunettes; on observera donc une éclipse totale ou l'immersion d'une étoile au bord obscur de la Lune avec une instantanéité réelle, quel que soit l'instrument employé. Mais il n'en est plus de même quand le champ est vivement éclairé et l'œil ébloui : alors de simples points ou de simples lignes lumineuses disparaissent, tandis que les surfaces d'une étendue appréciable, telles que les planètes bien moins brillantes pourtant, reprennent l'avantage. Cela tient en grande partie à ce que tout point lumineux isolé apparaît dans une lunette avec un disque factice d'un éclat bien inférieur; pour une surface lumineuse, au contraire, les disques factices des points voisins se recouvrent mutuellement et rétablissent partout, sauf sur

les bords, l'intensité normale. Celle-ci s'ajoute à la lumière atmosphérique et peut devenir perceptible, même pour un œil émoussé par l'éclat général du champ. Il faut tenir compte ici des ondulations plus marquées dans le voisinage du Soleil; elles font aisément disparaître un simple trait brillant, en disséminant continuellement sa lumière; mais elles sont loin de produire le même effet sur une surface suffisamment étendue. Il en est de même de la dispersion atmosphérique, qui devient très-sensible sur un filet non vertical, quand on observe à une faible hauteur.

» Telles sont les conditions qui régissent la visibilité d'un filet solaire isolé: mais, dans les passages de Vénus, d'autres causes conspirent avec celles-là, à savoir le décroissement très-rapide d'intensité sur les bords du Soleil, l'interposition de l'atmosphère probable de Vénus, la diffraction produite sur les bords de la planète qui sert d'écran. Ajoutez l'énorme épaisseur horizontale de notre propre atmosphère que les rayons doivent traverser quand on veut avoir de forts coefficients pour la parallaxe, ainsi que l'emploi forcé d'un verre obscurcissant, et vous admettrez facilement l'opinion que, pour une lunette donnée, le filet solaire doive atteindre une épaisseur d'au moins une seconde, par exemple, avant de devenir perceptible. Alors l'erreur sera de 15 secondes au moins; mais comme l'intensité du filet va rapidement en croissant, l'impression sur un œil ébloui pourra être instantanée. Avec une lunette plus puissante, ou pour une station mieux choisie, cette épaisseur nécessaire se réduira sensiblement et il en sera de même de l'erreur.

» Mais comment améliorer ces conditions de visibilité pour une lunette et une station données? Il existe pour cela un moyen très-efficace; c'est de supprimer l'illumination du champ, d'éviter l'éblouissement de l'œil et de lui conserver une partie de cette sensibilité qui donne tant d'exactitude à l'observation des éclipses totales et des occultations d'étoiles. Supposons que le champ soit totalement masqué par un diaphragme focal percé d'une très-petite ouverture triangulaire qui ne laisse voir que les pointes des cornes du croissant; supposons en outre que l'observateur ramène peu à peu l'image vers le sommet de l'angle à mesure que ces points se rapprochent: nous aurons évidemment supprimé pour l'œil la fatigue et l'éblouissement causés par la contemplation prolongée du disque solaire, et de plus nous pourrons employer un verre obscurcissant moins opaque. Ce genre de diaphragme n'est pas à expérimenter; il a été imaginé par M. Dawes,

et l'on doit à son emploi les plus curieuses découvertes sur les taches du Soleil (1).

» Ainsi, quelle que soit la station, quel que soit l'instrument, il y aura beaucoup à gagner par ce moyen, dût-il exiger un mouvement d'horlogerie pour la lunette. Il va sans dire qu'on mettra toutes les chances de succès de son côté, si l'on se sert d'un excellent objectif (2) et surtout si, comme je l'ai déjà conseillé, on choisit sa station de manière à atténuer, aux dépens du coefficient de la parallaxe, les effets des ondulations, de l'absorption et de la dispersion atmosphériques (3). »

CINÉMATIQUE. — *Problème des mouvements que peuvent prendre les divers points d'une masse liquide, ou solide ductile, contenue dans un vase à parois verticales, pendant son* écoulement *par un orifice horizontal inférieur* (seconde Partie); *par* **M. de Saint-Venant.**

« *Deuxième problème.* — Vase rectangulaire de largeur $2R$ et de longueur $2L$ dans les sens des coordonnées horizontales x et y; orifice rectangle ayant mêmes médianes, de largeur $2R_1$ et de longueur $2L_1$; V, H, h, z comme ci-dessus; $f(x, y)$ composante de vitesse dans le sens z à travers l'orifice.

(27) $$\text{hypothèse } u = \frac{1}{a^2}\frac{d\varphi}{dx}, \quad v = \frac{1}{b^2}\frac{d\varphi}{dy}, \quad w = \frac{1}{c^2}\frac{d\varphi}{dz}.$$

» Les équations

$$\frac{du}{dx} + \frac{dv}{dy} + \frac{dw}{dz} = 0, \quad (u)_{x=0} = 0, \quad (u)_{x=R} = 0, \quad (v)_{y=0} = 0, \quad (v)_{y=L} = 0,$$

$$(w)_{z=H-h} = V, \quad (w)_{z=H} = \begin{cases} f(x,y) \text{ pour } x = \text{ de } 0 \text{ à } R_1 \text{ et } y = \text{ de } 0 \text{ à } L_1, \\ 0 \quad \text{pour } x = \text{ de } R_1 \text{ à } R \text{ et } y = \text{ de } R_1 \text{ à } L; \end{cases}$$

(1) J'ai toujours pensé que pour observer les éclipses des satellites de Jupiter on devrait masquer entièrement le disque de la planète par un écran convenable; on obtiendrait ainsi de bien meilleurs résultats.

(2) Le récent travail de MM. Wolf et André a mis en relief l'importance de cette condition.

(3) M. Airy, qui a signalé les inconvénients de cette dispersion, propose de la corriger par l'emploi d'un petit prisme compensateur. Je me rappelle avoir moi-même employé autrefois ce prisme avec succès, sous la direction de M. Arago, pour l'examen de la grande lunette de Lerebours, à une époque où les seules planètes visibles étaient très-basses. Le moyen indiqué par M. Airy me paraît donc excellent, ainsi que son verre obscurcissant gradué.

sont résolues, $f(x,y)$ étant tel que

(28) $$\int_0^{R_1} dx \int_0^{L_1} dy f(x,y) = VRL,$$

par

(29) $$\left\{\begin{aligned}
u &= \frac{-4}{a^2R^2L} \sum_{i=1}^{i=\infty} \sum_{j=1}^{j=\infty} i \frac{\int_0^{R_1} dx \int_0^{L_1} dy f(x,y) \cos\frac{i\pi x}{R} \cos\frac{i\pi y}{L}}{\sqrt{\frac{i^2}{a^2R^2} + \frac{j^2}{b^2L^2}}} \\
&\quad \times \frac{e^{c\pi(z-H+h)\sqrt{\ }} + e^{-c\pi(z-H+h)\sqrt{\ }}}{\frac{1}{c}\left(e^{c\pi h\sqrt{\ }} - e^{-c\pi h\sqrt{\ }}\right)} \sin\frac{i\pi x}{R} \cos\frac{j\pi y}{L}, \\
v &= \frac{-4}{b^2RL^2} \sum\sum j \frac{\int_0^{R_1} dx \int_0^{L_1} dy f(x,y) \cos\frac{i\pi x}{R} \cos\frac{i\pi y}{L}}{\sqrt{\ }} \\
&\quad \times \frac{e^{c\pi(z-H+h)\sqrt{\ }} + e^{-}}{\frac{1}{c}\left(e^{c\pi h\sqrt{\ }} - e^{-}\right)} \cos\frac{i\pi x}{R} \sin\frac{i\pi y}{L}, \\
w &= V + \frac{4}{RL} \sum\sum \left(\int_0^{R_1} dx \int_0^{L_1} dy f(x,y) \cos\frac{i\pi x}{R} \cos\frac{i\pi y}{L}\right) \\
&\quad \times \frac{e^{c\pi(z-H+h)\sqrt{\ }} - e^{-}}{e^{c\pi h\sqrt{\ }} - e^{-}} \cos\frac{i\pi x}{R} \sin\frac{j\pi y}{L}.
\end{aligned}\right.$$

» **11.** *Troisième problème.* — Vase cylindrique de rayon R; x distance d'un point quelconque à son axe; u composante de la vitesse dans le sens x: orifice circulaire du rayon R_1, concentrique à la base; z, H, h, w, V, $f(x)$ comme au n° **10**,

(30) $$\text{hypothèse } u = \frac{d\varphi}{dx}, \quad w = \frac{1}{n^2}\frac{d\varphi}{dz}.$$

Les équations du problème

$$\frac{du}{dx} + \frac{u}{x} + \frac{dw}{dz} = 0, \quad (u)_{x=0} = 0, \quad (u)_{x=R} = 0,$$

$$(w)_{y=H-h} = V, \quad (w)_{y=H} = \left\{\begin{array}{l} f(x) \text{ de } x = 0 \text{ à } x = R_1, \\ 0 \text{ de } x = R_1 \text{ à } x = R, \end{array}\right.$$

$f(x)$ étant tel que

(31) $$2\int_0^{R_1} f(x)\, x\, dx = R^2 V,$$

ont pour solution

$$(32)\quad \left\{ \begin{aligned} &\frac{1}{\eta^2}\varphi = \mathrm{V}(z-\mathrm{H}+h) + \frac{\mathrm{R}}{\eta}\sum \frac{1}{m}\,\frac{e^{m\eta\frac{z-\mathrm{H}+h}{\mathrm{R}}} + e^{-m\eta\frac{z-\mathrm{H}+h}{\mathrm{R}}}}{e^{m\eta\frac{h}{\mathrm{R}}} - e^{-m\eta\frac{h}{\mathrm{R}}}} \\ &\times \frac{\int_0^{\mathrm{R}_1} x\mathrm{X}f(x)\,dx}{\int_0^{\mathrm{R}_1} x\mathrm{X}^2 dx}\,\mathrm{X}, \end{aligned} \right.$$

où l'on a

$$(33)\quad \left\{ \begin{aligned} \mathrm{X} &= \int_0^{\pi} \cos\left(\frac{mx}{\mathrm{R}}\cos\omega\right) d\omega \\ &= \pi\left[1 - \frac{\frac{m^2x^2}{4\mathrm{R}^2}}{1^2} + \frac{\left(\frac{m^2x^2}{4\mathrm{R}^2}\right)^2}{1^2.2^2} - \frac{\left(\frac{m^2x^2}{4\mathrm{R}^2}\right)^3}{1^2.2^2.3^2} + \frac{\left(\frac{m^2x^2}{4\mathrm{R}^2}\right)^4}{1^2.2^2.3^2.4^2} - \ldots\right]; \end{aligned} \right.$$

et $\sum$ s'étendant à toutes les valeurs de m, racines positives de l'équation transcendante suivante, à l'exception de la racine $m = 0$,

$$(34)\quad \left\{ \begin{aligned} &\left(\frac{d\mathrm{X}}{dx}\right)_{x=\mathrm{R}} = 0; \quad \text{ou} \quad \frac{-m}{\mathrm{R}}\int_0^{\pi} \sin(m\cos\omega)\cos\omega\, d\omega = 0, \\ &\text{ou} -\frac{\pi m^2}{2\mathrm{R}}\left[1 - \frac{1}{\frac{1.2}{2}}\left(\frac{m^2}{8}\right) + \frac{1}{\frac{1.2}{2}.\frac{2.3}{2}}\left(\frac{m^2}{8}\right)^2 - \frac{1}{\frac{1.2}{2}.\frac{2.3}{2}.\frac{3.4}{2}}\left(\frac{m^2}{8}\right)^3 + \ldots\right] = 0. \ (*) \end{aligned} \right.$$

D'où, comme nous avons trouvé (*Comptes rendus*, 27 juillet, t. LXVII, p. 210),

$$(35)\quad \int_0^{\mathrm{R}} x\mathrm{X}^2\,dx = -\frac{\mathrm{R}^3}{2m}(\mathrm{X})_{x=\mathrm{R}}\left(\frac{d^2\mathrm{X}}{dx\,dm}\right)_{x=\mathrm{R}},$$

et comme on reconnaît facilement, par l'une comme par l'autre des deux expressions (33) de X, que

$$\frac{d^2\mathrm{X}}{dx\,dm} = -\frac{mx}{\mathrm{R}^2}\mathrm{X},$$

(*) Il y avait par erreur, à la page 208 du t. LXVII des *Comptes rendus*, 27 juillet 1868,

$\frac{m^2x^2}{2\mathrm{R}^2}$ au lieu de $\frac{m^2x^2}{4\mathrm{R}^2}$ (qu'il eût fallu) dans l'expression (38),

$\frac{m^2}{4}$ au lieu de $\frac{m^2}{8}$ (qu'il eût fallu) dans l'équation (39).

l'on a pour les vitesses

$$(36)\quad \left\{\begin{aligned} u &= \frac{2}{R}\sum \frac{1}{m}\,\frac{e^{m\eta\frac{z-H+h}{R}}+e^{-m\eta\frac{z-H+h}{R}}}{\frac{1}{\eta}\left(e^{m\eta\frac{h}{R}}-e^{-m\eta\frac{h}{R}}\right)}\,\frac{\int_0^{R_1} x X f(x)\,dx}{(X)^2_{x=R}}\,\frac{dX}{dx},\\ w &= V+\frac{2}{R^2}\sum \frac{e^{m\eta\frac{z-H+h}{R}}-e^{-m\eta\frac{z-H+h}{R}}}{e^{m\eta\frac{h}{R}}-e^{-m\eta\frac{h}{R}}}\,\frac{\int_0^{R_1} x X f(x)\,dx}{(X)^2_{x=R}}\,X. \end{aligned}\right.$$

» La recherche des racines (non nulles) de l'équation (34) qui, en faisant

$$\frac{m^2}{8} = x,$$

peut s'écrire

$$(37)\quad \left\{\begin{aligned} &1 - x + \frac{x^2}{1.3} - \frac{x^3}{1.3.6} + \frac{x^4}{1.3.6.10}\\ &- \frac{x^5}{1.3.6.10.15} + \frac{x^6}{1.3.6.10.15.21} - \ldots = 0, \end{aligned}\right.$$

est longue et délicate. Comme

$$(38)\quad \left\{\begin{aligned} \int_0^{\pi} \sin(m\cos\omega)\cos\omega\,d\omega &= 2\int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin(m\cos\omega)\cos\omega\,d\omega\\ &= 2\int_0^{1} \sin\left(m\sqrt{1-y^2}\right)dy, \end{aligned}\right.$$

a nécessairement une valeur numérique moindre que 2, la série servant de premier membre à l'équation (37) doit avoir une valeur numérique moindre que

$$\frac{4}{\sqrt{8x}} = \frac{0{,}45016}{\sqrt{x}};$$

en sorte que si par exemple on y fait $x = 100$, on doit avoir un résultat moindre que 0,045016.

» On trouve, en effet, environ 0,0073, pour l'excès de la somme des termes positifs sur celle des termes négatifs, bien que plusieurs de ces termes, qui se déduisent successivement les uns des autres, excèdent 1 400 000 000, et que chacune de leurs sommes excède 6 000 000 000. Il ne faut donc regarder comme racines de l'équation (37) que les nombres qui,

substitués à x dans son premier membre, donnent moins de 0,000001 pour résultat, ou pour différence de ces deux grandes sommes.

» J'ai ainsi trouvé, avec l'aide de deux calculateurs occupés pendant plus d'un mois, les neuf premières racines suivantes :

$$(39)\left\{\begin{array}{l} x = \frac{m^2}{8} = 1,83525;\ 6,15231;\ 12,9374;\ 22,1901;\ 23,91019; \\ \qquad 48,09776;\ 64,75265;\ 83,8750;\ 105,4647; \\ \text{d'où} \\ \quad m = 3,831710;\ 7,015590;\ 10,17346;\ 13,32370;\ 16,47063; \\ \qquad 19,61586;\ 22,76008;\ 25,90367;\ 29,04682. \end{array}\right.$$

» En substituant ces racines dans

$$(40)\qquad \frac{1}{\pi}(X)_{x=R} = 1 - \frac{\frac{m^2}{4}}{1^2} + \frac{\left(\frac{m^2}{4}\right)^2}{1^2.2^2} + \frac{\left(\frac{m^2}{4}\right)^3}{1^2.2^2.3^2} + \frac{\left(\frac{m^2}{4}\right)^4}{1^2.2^2.3^2.4^2} - \ldots,$$

on a

$$\frac{1}{\pi}(X)_{x=R} = -0,40276;\ +0,29503;\ -0,24971;\ +0,21836;\ -0,19590;\ +0,18006;\ -0,16718;\ +0,15673;\ -0,14801.$$

D'où, en élevant au carré, et multipliant par π^2, les valeurs suivantes, pour les termes successifs de la série $\sum$, du dénominateur qui figure dans les expressions (36) des vitesses u et w de la matière du vase cylindrique

$$(41)\left\{\begin{array}{l} (X)^2_{x=R} = 1,60096,\ \ 0,85907,\ \ 0,61540,\ \ 0,47059,\ \ 0,37929, \\ \qquad 0,32000,\ \ 0,27586,\ \ 0,24243,\ \ 0,21621. \end{array}\right.$$

» **12.** On voit, par les solutions du premier et du troisième problème, que dans le vase rectangulaire percé d'un orifice de moindre largeur, mais de même longueur, et dans le vase cylindrique percé au fond d'un orifice concentrique, l'on a

$$(42)\qquad \left.\begin{array}{l} \frac{du}{dz} = 0 \\ \frac{dw}{dx} = 0 \end{array}\right\} \text{pour } z = H - h; \text{ et aussi pour } x = 0.$$

Donc, immédiatement sous le piston, ou à une distance extrêmement petite de sa face inférieure, il n'y a ni rotation ni glissement, et les éléments li-

néaires matériels, soit perpendiculaires, soit parallèles à cette face, conservent la perpendicularité et le parallélisme. Il en est de même à l'égard du plan moyen dans le vase rectangulaire, ou de l'axe dans le vase cylindrique.

» Et, par la solution du deuxième problème, on voit que

$$(48)\quad \begin{cases} \dfrac{dv}{dz}=0, & \dfrac{dw}{dy}=0 \text{ pour } z=H-h; \text{ et aussi pour } y=0, \\ \dfrac{dw}{dx}=0, & \dfrac{du}{dz}=0 \text{ pour } z=H-h; \text{ et aussi pour } x=0, \\ \dfrac{du}{dy}=0, & \dfrac{dv}{dy}=0 \text{ pour } x=0; \text{ et aussi pour } y=0. \end{cases}$$

Il n'y a donc, immédiatement sous la face du piston, ni composante de rotation autour d'un axe horizontal, ni glissement dans des plans verticaux; les éléments linéaires perpendiculaires ou parallèles à cette face conservent cette perpendicularité et ce parallélisme jusqu'à des distances très-petites. Il n'y a, dans les éléments coupés par l'un ou par l'autre plan médian, ni rotation autour d'une parallèle à ce plan, ni glissement dans un plan perpendiculaire.

» Mais, partout ailleurs, les glissements et les rotations peuvent avoir des grandeurs finies, tant que η, a, b, c ont des valeurs numériques quelconques.

» **13.** Ces solutions se simplifient quand on suppose

$$(44)\qquad \eta^2 \text{ ou } c^2=0, \quad \text{avec } \frac{1}{\eta^2}\varphi \text{ ou } \frac{1}{c^2}\varphi \text{ fini,}$$

c'est-à-dire

$$(45)\quad \begin{cases} \dfrac{du}{dz}=0, & \text{pour le premier et le troisième problème,} \\ \dfrac{du}{dz}=0, \ \dfrac{dv}{dz}=0 & \text{pour le deuxième problème;} \end{cases}$$

ce qui est la supposition *que les lignes matérielles verticales restent droites et verticales*, sans que la loi des mouvements change d'une partie de la masse à une autre, ou sans qu'il y ait de ces discontinuités qu'avait exigées (n° 1) la supposition primitive d'une conservation semblable et simultanée de l'horizontalité des lignes horizontales dans chaque partie (ce qui était impossible en passant d'une partie dans l'autre).

» Comme cette supposition (44) donne, pour les dénominateurs des

expressions (26), (29), (36) de u, v,

$$\left[\frac{1}{\eta}\left(e^{\frac{i\pi\eta h}{R}} - e^{-\frac{i\pi\eta h}{R}}\right)\right]_{\eta=0} = \frac{2i\pi h}{R},$$

$$\left[\frac{1}{c}\left(e^{c\pi h\sqrt{}} - e^{-c\pi h\sqrt{}}\right)\right]_{c=0} = 2\pi h\sqrt{\frac{i^2}{a^2R^2}+\frac{j^2}{b^2L^2}},$$

$$\left[\frac{1}{\eta}\left(e^{m\eta\frac{h}{R}} - e^{-m\eta\frac{h}{R}}\right)\right]_{\eta=0} = 2m\frac{h}{R};$$

et, pour les fractions entrant dans celles de w,

$$\frac{e^{i\pi\eta\frac{z-H+h}{R}} - e^{-}}{e^{\frac{i\pi\eta h}{R}} - e^{-}} = \frac{e^{c\pi(z-H+h)\sqrt{}} - e^{-}}{e^{c\pi h\sqrt{}} - e^{-}} = \frac{e^{m\eta\frac{z-H+h}{R}} - e^{-}}{e^{m\eta\frac{h}{R}} - e^{-}} = \frac{z-H+h}{h};$$

les expressions (26), (29), (36) se réduisent à :

(Problème I. — *Vase rectangle.*)

$$(46)\quad \begin{cases} u = -\dfrac{2}{\pi h}\sum\dfrac{1}{i}\left(\displaystyle\int_0^{R_1} fx'\cos\frac{i\pi x'}{R}\,dx'\right)\sin\dfrac{i\pi x}{R}, \\ w = V + \dfrac{2}{Rh}(z-H+h)\sum\left(\displaystyle\int_0^{R_1} fx'\cos\frac{i\pi x'}{R}\,dx'\right)\cos\dfrac{i\pi x}{R}. \end{cases}$$

(Problème II. — *Vase rectangle.*)

$$(47)\quad \begin{cases} u = \dfrac{-4}{\pi h a^2 R^2 L}\sum\sum i\dfrac{\displaystyle\int_0^{R_1} dx\int_0^{L_1} dy\, f(x,y)\cos\frac{i\pi x}{R}\cos\frac{i\pi y}{L}}{\dfrac{i^2}{a^2R^2}+\dfrac{j^2}{b^2L^2}}\sin\dfrac{i\pi x}{R}\cos\dfrac{i\pi y}{L}, \\ v = \dfrac{-4}{\pi h b^2 R L^2}\sum\sum j\dfrac{\displaystyle\int_0^{R_1} dx\int_0^{L_1} dy\, f(x,y)\cos\frac{i\pi x}{R}\cos\frac{j\pi y}{L}}{\dfrac{i^2}{a^2R^2}+\dfrac{j^2}{b^2L^2}}\cos\dfrac{i\pi x}{R}\sin\dfrac{j\pi y}{L}, \\ w = V + \dfrac{4}{RLh}(z-H+h) \\ \qquad \times\sum\sum\left[\displaystyle\int_0^{R_1} dx\int_0^{L_1} dy\, f(x,y)\cos\frac{i\pi x}{R}\cos\frac{i\pi y}{L}\right]\cos\dfrac{i\pi x}{R}\cos\dfrac{j\pi x}{R}. \end{cases}$$

(Problème III. — *Vase cylindrique.*)

$$(48)\quad \begin{cases} u = \dfrac{2}{h}\sum\dfrac{1}{m^2}\dfrac{\displaystyle\int_0^{R_1} xXf(x)\,dx}{(X)^2_{x=R}}\dfrac{dX}{dx}, \\ w = V + \dfrac{2}{R^2h}(z-H+h)\sum\dfrac{\displaystyle\int_0^{R_1} xXf(x)\,dx}{(X)^2_{x=R}}X. \end{cases}$$

» Les vitesses horizontales u, v sont, dans cette hypothèse simple, indépendantes de l'ordonnée z, ou les mêmes aux divers points *de chaque verticale*.

» Et les vitesses verticales w, sur chaque ligne verticale, croissent ou décroissent de haut en bas linéairement, avec la profondeur $z-(\mathrm{H}-h)$ des molécules au-dessous de la face supérieure de la matière.

» Le jet ou la veine, dans cette même hypothèse, peut aussi bien se rétrécir à sa sortie du vase que lorsque η^2 ou c^2 n'est pas nul; car on peut, avec des lignes matérielles verticales descendant plus ou moins bas, composer une veine dont la section horizontale aille en diminuant.

» La solution (46) relative au premier des trois problèmes aurait pu s'obtenir directement, car

$$\frac{du}{dz}=0,\quad \frac{du}{dx}+\frac{dw}{dz}=0,$$

$$(u)_{x=0}=0,\quad (u)_{x=\mathrm{R}}=0,\quad (w)_{z=\mathrm{H}-h}=\mathrm{V},$$

exigent

$$u=\psi(x) \text{ s'annulant pour } x=0 \text{ et } x=\mathrm{R},$$
$$w=\mathrm{V}-(z-\mathrm{H}+h)\psi'(x).$$

Et, pour satisfaire en outre à

$$(w)_{z=\mathrm{H}}=\text{une fonction discontinue } \mathrm{F}(x)=\begin{cases} f(x) & \text{de } x=0 \text{ à } x=\mathrm{R}_1,\\ 0 & \text{de } x=\mathrm{R}_1 \text{ à } x=\mathrm{R},\end{cases}$$

on ne peut que prendre

$$\psi(x)=\sum \mathrm{A}\sin\frac{i\pi x}{\mathrm{R}},\quad v=\mathrm{V}+(z-\mathrm{H}+h)\left(-\frac{\pi}{\mathrm{R}}\sum i\mathrm{A}\cos\frac{i\pi x}{\mathrm{R}}\right),$$

les A étant déterminés de manière à avoir

$$\mathrm{F}(x)-\mathrm{V}=-\frac{\pi h}{\mathrm{R}}\sum i\mathrm{A}\cos\frac{i\pi x}{\mathrm{R}} \text{ entre } x=0 \text{ et } x=\mathrm{R}.$$

Intégrant les deux membres de o à R après avoir multiplié par dx, et aussi après avoir multiplié par $dx\cos\frac{i\pi x}{\mathrm{R}}$, on a

$$\int_0^{\mathrm{R}_1} f(x)\,dx=\mathrm{VR},$$

$$\int_0^{\mathrm{R}_1} f(x)\cos\frac{i\pi x}{\mathrm{R}}\,dx=-\frac{\pi h}{2}i\mathrm{A};$$

ce qui, en tirant la valeur de A, et substituant, donne bien pour u et v les expressions (46).

» On n'obtiendrait pas aussi facilement celles (47), (48) d'une manière directe, ou sans commencer par faire, comme ci-dessus, η ou c quelconques.

» 14. Toutes ces formules donnent le moyen de calculer, soit pour

$$h \text{ constant} = \mathrm{H}, \tag{49}$$

c'est-à-dire pour le cas de l'écoulement de la matière d'un vase entretenu plein, soit pour

$$h \text{ variable} = \mathrm{H} - \mathrm{V}t, \quad t = \frac{\mathrm{H} - h}{\mathrm{V}}, \tag{50}$$

c'est-à-dire pour l'écoulement varié hors du vase que vide la descente uniforme d'un piston, les vitesses

$$u, \quad v, \quad w$$

possédées, ou constamment (dans le cas $h = \mathrm{H}$) après que la permanence est établie, ou après une descente $\mathrm{H} - h$ du piston (dans le cas $h = \mathrm{H} - \mathrm{V}t$) par la molécule dans les coordonnées sont alors

$$x, \quad y, \quad z.$$

» Pour déterminer, dans l'un comme dans l'autre cas, les coordonnées actuelles x, y, z de la molécule particulière dont les coordonnées initiales étaient

$$x_0, \quad y_0, \quad z_0,$$

et pouvoir construire ainsi les trajectoires des molécules, ainsi que les *transformées*, à l'époque t, de lignes matérielles initiales quelconques, il faut intégrer depuis $t = 0$ les deux ou les trois équations simultanées

$$\frac{dx}{ds} = u, \quad \frac{dy}{dt} = v, \quad \frac{dz}{dt} = w; \tag{51}$$

ou, ce qui revient au même pour le second cas, intégrer depuis $h = \mathrm{H}$, celles

$$\frac{dx}{dh} = -\frac{u}{\mathrm{V}}, \quad \frac{dy}{ds} = -\frac{v}{\mathrm{V}}, \quad \frac{dz}{dh} = -\frac{w}{\mathrm{V}}; \tag{52}$$

u, v, w étant toujours remplacés par leurs expressions ci-dessus en x, y, z, et h ou t.

» On ne le pourra, dans le cas général de η ou c quelconque, que par approximation, en prenant pour les valeurs x_1, y_1, z_1 de x, y, z au bout d'un temps Δt très-petit, u_0, v_0, w_0 désignant les valeurs initiales (26)

ou (29) ou (36) de u, v, w avec x_0, y_0, z_0 pour x, y, z

(53) $x_1 = x_0 + u_0 \Delta t, \quad y_1 = y_0 + v_0 \Delta t, \quad z_1 = z_0 + w_0 \Delta t,$

et en partant ensuite de x_1, v_1, z_1 comme coordonnées initiales, ou mises à la place de x, y, z pour déterminer ces coordonnées au bout d'un second laps de temps Δt, et ainsi de suite.

» Mais, dans le cas particulier (n° 13),

$$\eta = 0, \quad \text{ou} \quad \frac{du}{dy} = 0, \quad \text{partout},$$

des solutions du premier et du troisième problème, le calcul de la situation d'une molécule à une époque quelconque sera plus prompt, et plus facile à obtenir d'une manière indéfiniment approchée.

» En effet, les formules (46) (vase rectangle, à orifice aussi long que le fond), et (48) (vase cylindrique), sont de la forme suivante :

(54) $$u = \frac{1}{h} F(x), \quad w = V + \frac{z - H + h}{h} \mathfrak{F}(x).$$

Or, 1° si $h = H$ (écoulement permanent), en mettant $\frac{dx}{dt}$, $\frac{dz}{dt}$ pour u, w, les premières donnent

(55) $$t = H \int_{x_0}^{x} \frac{dx}{F(x)};$$

d'où, par la méthode de quadrature numérique, l'on tirera une table des valeurs correspondantes de x et de t, pour la valeur initiale prise x_0 ; en sorte que, Φ désignant une fonction dont on connaît numériquement toutes les valeurs, la seconde équation peut être écrite

$$\frac{dz}{dt} - z\Phi(t) - V = 0.$$

Elle donne

(56) $$z = e^{\int_0^t \Phi t\, dt} \left(z_0 + V \int_0^t e^{-\int \Phi t\, dt} dt \right)$$

également calculable par quadrature.

» 2° Si $h = H - Vt$ (écoulement varié), les deux mêmes formules, soit (46), soit (48), donnent

(57) $$\frac{dx}{dh} = - \frac{1}{hV} F(x), \quad \frac{dz}{dh} = -1 - \frac{z - H + h}{hV} \mathfrak{F}(x).$$

La preuve donne

$$(58)\qquad h = \mathrm{H}e^{-\mathrm{V}\int_{x_0}^{x}\frac{dx}{\mathrm{F}x}};$$

d'où, par quadrature numérique, une table de valeurs correspondantes des hauteurs h, auxquelles est successivement réduite la matière dans le vase qui se vide, et des abscisses correspondantes x de la molécule dont l'abscisse initiale est zéro. La seconde donne, en conséquence, ψ désignant une fonction dont on connaît numériquement toutes les valeurs,

$$\frac{dz}{dh} + \frac{\psi(h)}{\mathrm{V}h}z + 1 - \frac{\mathrm{H}-h}{\mathrm{V}h}\psi(h) = 0;$$

d'où

$$(59)\qquad z = e^{-\frac{1}{\mathrm{V}}\int_{\mathrm{H}}^{h}\frac{\psi h}{h}dh}\left[z_0 - \int_{\mathrm{H}}^{h} e^{\frac{1}{\mathrm{V}}\int_{\mathrm{H}}^{h}\frac{\psi h}{h}dh}\left(1 - \frac{\mathrm{H}-h}{\mathrm{V}h}\psi h\right)dh\right],$$

calculable aussi numériquement par quadrature.

» Les méthodes de quadrature numérique donnent le degré d'approximation qu'on veut; car, même quand elles n'indiquent pas, comme celle de M. Poncelet, la limite de l'erreur, il suffit généralement de les appliquer une fois avec une certaine division de l'abscisse et une fois avec une division double pour pouvoir compter sur les décimales que ces deux applications donnent conformes. On sait aussi que celle de Th. Simpson fournit une table d'aires répondant à une suite d'abscisses croissant par équidifférences, presque sans plus de calculs que quand on ne cherche qu'une seule aire répondant à l'abscisse la plus grande; et l'on peut même facilement faire des intercalations pour des accroissements deux fois plus petits de l'abscisse (*).

» On possédera ainsi, soit pour l'écoulement permanent, soit pour l'écoulement varié, par deux tables numériques, pour tous les temps successifs t, ou pour toutes les hauteurs décroissantes h de la matière dans le vase, les grandeurs des coordonnées x, z du point qui avait x_0, z_0 pour coordonnées initiales, dans cette hypothèse (45)

$$\frac{du}{dz} = 0$$

de *conservation de la verticalité des lignes matérielles verticales.*

(*) *Annales des Mines*, 1851, 4e série, t. XX, n° 36 du Mémoire sur des formules nouvelles pour les eaux courantes.

» C'est donc par cette hypothèse, qui est (n° 1) la moitié de celle de M. Tresca, qu'il me paraît convenable de commencer les calculs et les tracés de cinématique propres à éclaircir la question si intéressante et si complexe du mouvement des divers points d'une masse liquide ou solide ductile qui s'écoule lentement, en observant les lois de continuité et de conservation des volumes; et à fournir, au moyen de la comparaison aux résultats des expériences faites, par exemple, sur des rondelles de matiere ductile soigneusement divisées en anneaux concentriques, et superposées (*voir* le Rapport et la Note du 25 juin 1868, t. LXVI, p. 1310 et 1322-1323), des documents précieux, propres à conduire à des connaissances désirables sur ce qui regarde une branche de la mécanique encore enveloppée de nuages, et que les recherches persévérantes de cet habile expérimentateur conduiront sans doute à éclaircir. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ACOUSTIQUE. — *Sur les intervalles musicaux.* Note de **MM. A. Cornu** et **E. Mercadier**, présentée par M. Jamin (1).

(Commissaires: MM. Duhamel, Fizeau, Jamin.)

« La valeur numérique des intervalles musicaux, à l'exception de l'octave et de la quinte, a toujours été, même depuis la plus haute antiquité, un sujet de discussion entre les musiciens et les géomètres.

» On peut distinguer aujourd'hui, sur ce sujet, trois opinions principales :

» La première, émise par les Pythagoriciens, consiste à affirmer que le système des intervalles musicaux résulte d'une série de quintes consécutives, et, par suite, que les valeurs numériques des intervalles (rapports de longueurs de corde ou de nombres de vibrations) sont représentées par des fractions, dont les deux termes ne contiennent que des puissances des nombres 2 et 3. Voici les valeurs pour les intervalles principaux, exprimés par des rapports de nombres de vibrations :

Octave.	Quinte.	Quarte.	Tierce majeure.	Tierce mineure.	Sixte.	Septième.
2	$\frac{3}{2}$	$\frac{4}{3}$	$\frac{3^4}{2^6}$	$\frac{2^5}{3^3}$	$\frac{3^3}{2^4}$	$\frac{3^5}{2^7}$

(1) L'Académie a décidé que cette communication, bien que dépassant en étendue les limites réglementaires, serait insérée en entier au *Compte rendu*.

» La seconde opinion, qui semble prévaloir aujourd'hui en physique, consiste à adopter pour les rapports qui expriment ces intervalles des fractions dont les termes sont des nombres entiers simples; en voici la valeur :

Octave.	Quinte.	Quarte.	Tierce majeure.	Tierce mineure.	Sixte.	Septième.
2	$\frac{3}{2}$	$\frac{4}{3}$	$\frac{5}{4}$	$\frac{6}{5}$	$\frac{5}{3}$	$\frac{15}{8}$

» C'est le système de valeurs numériques que M. Helmholtz adopte dans sa *Théorie physiologique de la musique*. On voit qu'il diffère du précédent par l'adjonction d'un nouveau nombre premier, 5.

» Trois intervalles, l'octave, la quinte, la quarte, sont identiques dans les deux systèmes : les autres sont différents; mais toutes les divergences peuvent, au fond, se ramener à celle qui existe sur la tierce majeure, car il existe précisément une différence d'une tierce majeure entre la tierce mineure et la quinte, la septième et la quinte, la sixte et la quarte.

» Une troisième opinion consiste à avancer que, si ces deux systèmes sont différents, la différence est si petite, qu'elle est absolument négligeable pour l'oreille. Le tableau suivant montre que les valeurs des intervalles en litige ne diffèrent que d'un *comma*, intervalle représenté par $\frac{81}{80}$,

Tierce majeure.	Tierce mineure.	Sixte.	Septième.
$\frac{3^4}{2^6}=\frac{5}{4}\times\frac{81}{80}$	$\frac{2^5}{3^3}=\frac{6}{5}:\frac{81}{80}$	$\frac{3^3}{2^4}=\frac{5}{3}\times\frac{81}{80}$	$\frac{3^5}{2^7}=\frac{15}{8}\times\frac{81}{80}$

Aussi, dans cette opinion, la gamme accordée *avec tempérament égal* répond-elle à toutes les exigences de l'oreille, car les intervalles litigieux y sont représentés par des valeurs intermédiaires entre celles qui leur correspondent dans les deux systèmes précités.

» Cette dernière opinion n'est pas soutenable et doit être immédiatement écartée. En effet, plusieurs observateurs, notamment M. Delezenne, ont prouvé que la limite de sensibilité de l'oreille était beaucoup plus reculée, et nous avons observé nous-mêmes, ainsi qu'on le verra plus loin, que cette sensibilité permettait, dans des circonstances favorables, l'appréciation d'une différence de 1 vibration sur 1000, ce qui constitue un intervalle environ 10 fois plus petit que le comma $\frac{81}{80}$.

» Quant aux deux premières opinions, elles s'appuient l'une et l'autre sur un système de preuves expérimentales qui donne à chacune d'elles une valeur incontestable.

» Ainsi, il est impossible de ne pas admettre que l'accord de tierce donné

par deux tuyaux d'orgue ou deux anches, produit la consonnance la plus parfaite, lorsque le son résultant arrive exactement à être la double octave grave du son fondamental : si cette condition n'est pas remplie, l'accord manque de sonorité et fait même entendre des battements désagréables. Or cette condition exige que le rapport des nombres de vibrations des deux sons de l'accord soit $\frac{5}{4}$. Sur les harmoniums accordés au tempérament égal, les tierces majeures, surtout dans le registre élevé, font entendre un son résultant trop haut de presque un demi-ton, et les tierces mineures, un son résultant trop grave de la même quantité, ce qui fait que l'accord parfait sur ces instruments est toujours accompagné au grave de deux sons faux qui produisent l'effet le plus discordant. M. Helmholtz a montré, au contraire, combien est pur et sonore l'accord parfait de l'harmonium, lorsque les intervalles de la tierce et de la quinte sont rigoureusement égaux à $\frac{5}{4}$ et à $\frac{3}{2}$.

» Voilà donc une preuve qui semble irréfutable en faveur de la valeur $\frac{5}{4}$ de la tierce majeure.

» D'un autre côté, si, sur un sonomètre, on fait entendre *successivement* le son donné par la corde entière et par les $\frac{4}{5}$ de cette corde, il n'est aucun musicien qui ne déclare que cette tierce est trop basse, et que, pour satisfaire l'oreille, il ne faille raccourcir notablement la corde. La valeur $\frac{5}{4}$ de la tierce majeure serait donc maintenant trop faible (1).

» Cette conclusion se déduit aussi de l'accord ordinaire des instruments de musique les plus parfaits après la voix, savoir les instruments à cordes. On accorde, en effet, ces instruments par quintes justes : or la série de quatre intervalles de quintes que donnent, dans un quatuor ou dans un orchestre, le violoncelle, l'alto et les violons, à savoir: Ut_1, Sol_1, $Ré_2$, La_2, Mi_3, impose à la tierce majeure $Ut_1\,Mi_1$ la valeur $\frac{81}{64}$, car le Mi_1 doit être la double octave grave de Mi_3 dont l'intervalle avec Ut_1 est égal à $\left(\frac{3}{2}\right)^4$; on a donc $Ut_1\,Mi_1 = \frac{\left(\frac{3}{2}\right)^4}{2^2} = \frac{3^4}{2^6} = \frac{81}{64}$: c'est la valeur pythagoricienne.

---

(1) On ne peut pas attribuer cette différence à une inexactitude de la loi des inverses des longueurs de cordes, car l'intervalle donné par les $\frac{2}{3}$ de la corde est une quinte parfaitement juste.

» On le voit, ce sont là deux preuves expérimentales contradictoires.

» Plusieurs physiciens, qui sont en même temps musiciens, notamment MM. Delezenne, E. Ritter, Helmholtz, ont alternativement essayé de résoudre la question dans un sens ou dans l'autre, dans la persuasion que la vérité devait se trouver dans l'une des opinions à l'exclusion de l'autre.

» Les résultats des expériences que nous avons faites à ce sujet nous ont conduits à cette conclusion, singulière au premier abord, qu'il n'y a pas lieu de déclarer faux l'un ou l'autre des deux systèmes, qu'il n'y a entre eux nulle contradiction, mais simplement confusion dans l'interprétation des expériences.

» Voici, en effet, l'énoncé de ces résultats :

» 1° Les intervalles musicaux n'appartiennent pas à un système unique, tel qu'on l'entend ordinairement, et qu'on désigne sous le nom de *gamme*.

» 2° L'oreille exige, dans la *succession* de sons formant ce que les musiciens nomment *mélodie*, des intervalles appartenant à une série de quintes et composant la gamme dite de Pythagore.

» Elle exige, au contraire, pour des sons *simultanés* formant des accords, base de l'*harmonie*, un autre système d'intervalles régi par la loi dite *des nombres simples* et dont le deuxième système, cité plus haut, donne un tableau incomplet.

» Nous sommes arrivés à ces conclusions par la mesure directe ou indirecte du nombre de vibrations des sons formant des intervalles que nous voulions étudier, et, d'après ce qui a été dit plus haut, on comprendra que c'est sur la tierce majeure que s'est surtout fixée notre attention.

» Dans nos déterminations, nous avons employé les sons produits par la voix, le violoncelle, le violon, les tuyaux d'orgue. Pour compter les vibrations, nous nous sommes servis du phonautographe. Enfin, comme mesure indirecte, nous avons répété sur le sonomètre, avec le plus grand soin, l'expérience citée plus haut.

» I. *Expériences avec la voix.* — On émettait, devant le réflecteur parabolique du phonautographe, deux sons dans le medium de la voix : la membrane, par l'intermédiaire d'une barbe de plume, traçait les vibrations correspondantes sur le cylindre de papier noirci, pendant qu'un chronographe électrique traçait simultanément des traits espacés d'une seconde. On comptait les nombres de vibrations correspondants à chaque son pendant deux secondes et on prenait leur rapport.

» II. *Expériences avec le violoncelle et le violon.* — On opérait de la même manière, en approchant la caisse de l'ouverture du réflecteur. Cette manière

d'opérer est plus précise que la précédente, parce qu'on peut vérifier à loisir l'accord des deux sons produits par deux cordes différentes, avant de les faire entendre devant le réflecteur, ce qui n'est pas possible avec la voix.

» Un autre avantage de ces instruments, c'est de pouvoir donner *simultanément* ou *successivement* les deux sons : de là deux manières de produire un intervalle; soit en écoutant (comme on le fait dans les orchestres en accordant ces instruments) l'accord *harmonique* formé par les deux sons émis simultanément, soit en écoutant leur *succession mélodique*, sans faire vibrer les cordes en même temps.

» Nous avons donc fait avec ces instruments deux séries d'expériences consistant dans la mesure des intervalles accordés *harmoniquement* ou *mélodiquement*.

» Ces deux séries nous ont conduits à deux valeurs moyennes très-différentes de la tierce majeure. La tierce accordée *harmoniquement* a été trouvée égale à 1,250, c'est-à-dire $\frac{5}{4}$ exactement. La tierce *mélodique*, plus grande que l'autre, est représentée par 1,265, valeur presque identique à celle de la fraction $\frac{81}{64} = 1,2656$: c'est la tierce pythagoricienne.

» III. *Expériences avec des tuyaux d'orgue.* — Nous avons opéré avec deux tuyaux d'orgue ouverts comme avec les instruments à cordes, le résultat a été le même : $\frac{5}{4}$ pour la tierce *harmonique*; $\frac{81}{64}$ pour la tierce *mélodique*.

» Une vérification s'est présentée ici, grâce à la sonorité du son résultant. On parvient aisément, en réglant l'intensité relative des deux sons, à mettre en évidence des battements qu'on peut appeler du second ordre sur le son résultant. Ces battements indiquent quelle est la différence entre le nombre de vibrations du son résultant correspondant à l'accord *harmonique* $\frac{5}{4}$, et celui du son résultant correspondant à l'accord *mélodique* par exemple. En comptant le nombre de ces battements par seconde, on peut donc calculer la différence qui existe entre un intervalle *mélodique* et l'intervalle *harmonique* le plus voisin.

» Nous avons fait l'expérience avec deux tuyaux Ut_3, Mi_3 accordés *mélodiquement*. Leur son résultant donnait de huit à dix battements par seconde, c'est-à-dire que le son le plus aigu faisait huit ou dix vibrations de plus que les $\frac{5}{4}$ du nombre de vibrations du plus grave. La mesure directe

pour Ut_3 donnait 521 vibrations par seconde, dont les $\frac{5}{4}$ sont 651,2; en ajoutant 9 vibrations, on obtient 660,2, dont le rapport à 521 est 1,267, c'est-à-dire 1,265 ou $\frac{81}{64}$ à deux millièmes près. C'est une confirmation de la valeur pythagoricienne de la tierce majeure *mélodique*.

» IV. *Expériences avec le sonomètre*. — Des mesures sur le sonomètre, en se fondant sur la loi des inverses des longueurs de cordes, nous ont conduits au même résultat. Un observateur faisait résonner la corde successivement entière et raccourcie à l'aide du chevalet : l'expérience était facile, en employant un chevalet distant d'un demi-millimètre environ de la corde, ce qui était assez loin pour ne pas gêner les vibrations de la corde à vide, et assez près pour ne pas modifier sensiblement sa tension, lorsqu'on abaissait une petite pièce de bois pour la pincer sur le chevalet.

» Un observateur déplaçait le chevalet sur sa règle divisée, et modifiait sa position jusqu'à ce que l'autre observateur, sans regarder le sonomètre, fût satisfait de la justesse de l'intervalle qui se trouvait être ainsi un intervalle *mélodique*.

» Comme vérification, on déterminait directement de la même manière la position des nœuds correspondant aux sons harmoniques octaves supérieures de la tierce et de la quinte : ces nœuds occupaient, à un millième près, la position assignée par la loi des inverses des longueurs de cordes : cette détermination indirecte de la valeur des intervalles doit donc donner une approximation de même ordre.

» Ces mesures nous ont fourni une valeur de la tierce *mélodique* qui est même un peu plus grande que $\frac{81}{64}$, quoique fort peu, 1,27.

» Nous avons pu, à cette occasion, vérifier combien est grande la sensibilité de l'oreille et lever ainsi les deux objections suivantes : 1° l'oreille peut-elle apprécier nettement le *comma* et les fractions de comma? 2° N'y a-t-il pas de divergences notables dans l'appréciation des mêmes intervalles par divers musiciens? Or, un déplacement du chevalet de moins d'un millimètre sur une corde d'un mètre a toujours été appréciée sans difficulté par un grand nombre de musiciens qui ont bien voulu nous prêter leur concours, et tous, sans connaître le but de nos expériences, ont fixé à un millimètre près à droite ou à gauche la position du chevalet à la place correspondant à la tierce pythagoricienne $\frac{81}{64}$.

» Ajoutons que nos expériences ont porté, dans tous les cas, et en même

temps, sur la quinte, intervalle fondamental de l'accord des instruments à cordes, et dont la valeur $\frac{3}{2}$, pas plus que celle de l'octave 2, n'a jamais été contestée. Nous avons trouvé que la valeur de cet intervalle ne variait pas, qu'on le produisît *harmoniquement* ou *mélodiquement*.

Tableau résumé des expériences.

Sons produits	Tierce majeure harmonique.	Tierce majeure mélodique.	Quinte harmonique.	Quinte mélodique.
Par la voix.........	»	1,260	»	1,497
» le violoncelle....	1,251	1,266	1,449	1,508
» le violon	1,249	1,264	1,504	1,504
» les tuyaux d'orgue.	1,252	1,267	1,493	1,497
» le sonomètre.....	»	1,271	»	1,500
Moyenne observée....	1,251	1,266	1,499	1,501
Nombres calculés.....	$\frac{5}{4} = 1,250$	$\frac{81}{64} = 1,2656$	$\frac{3}{2} = 1,500$	1,500

» Les petites variations des nombres ci-dessus autour de leurs moyennes proviennent beaucoup plutôt de la difficulté d'obtenir, pour les sons à comparer, des timbres et des intensités parfaitement identiques, que du défaut de délicatesse de l'oreille. C'est ce qu'on peut observer spécialement avec le sonomètre, lorsqu'on fait résonner la corde sans précautions; les sons un peu sourds paraissent toujours graves, et les sons chargés d'harmoniques aigus, un peu élevés.

» En résumé, ces expériences conduisent donc à admettre : que l'oreille exige dans la succession *mélodique* de deux sons à la tierce majeure un intervalle *plus aigu* que lorsqu'on fait entendre les deux sons *simultanément*. Quant à la quinte, l'oreille admet pour la mélodie le même intervalle que pour l'harmonie.

» Quoique nous nous soyons contentés d'étudier seulement ces deux intervalles musicaux, nous pouvons étendre ces conclusions à tous les autres. Par exemple, l'intervalle de quarte, qui se déduit de celui de quinte, l'octave étant égal à 2, doit jouir, comme la quinte et l'octave, de la propriété d'être à la fois intervalle *mélodique* et *harmonique;* la tierce mineure, au contraire, qui se déduit de la tierce majeure et de la quinte, doit posséder deux valeurs numériques comme la tierce majeure (1). Nous l'avons vérifié

(1) On verra, dans une prochaine communication, qu'il existe encore une troisième valeur pour cet intervalle.

très-nettement par l'expérience suivante, que les musiciens peuvent aisément répéter. Si l'on joue *successivement* sur un violon ou un violoncelle, accordés comme d'habitude, les trois sons qui constituent un accord parfait, en employant de préférence les deux cordes les plus aiguës, à vide, pour produire la quinte, le son intermédiaire, qui forme ainsi avec le premier une tierce majeure *mélodique*, donne avec le troisième son, si on les fait entendre simultanément, une tierce mineure *harmonique* tout à fait discordante, qui devient excellente si l'on baisse convenablement le son intermédiaire. Inversement, si, l'on produit celui-ci par la condition de donner avec le son aigu une agréable tierce mineure *harmonique*, il forme avec le son grave une tierce majeure *mélodique* trop faible.

» Nous espérons que l'Académie voudra bien nous permettre de lui exposer de nouvelles conséquences de ces recherches, dans une prochaine communication. »

CRISTALLOGRAPHIE. — *Sur l'existence du pouvoir rotatoire dans les cristaux de benzile; par* **M. Des Cloizeaux.**

(Renvoi à la Section de Minéralogie.)

« On sait que le pouvoir rotatoire n'a jusqu'ici été reconnu, d'une manière certaine, que dans un très-petit nombre de substances cristallisées. Cette remarquable propriété, découverte par Arago, en 1811, dans les cristaux de quartz, a été constatée en 1854 par M. le Dr Marbach dans le chlorate de soude, le bromate de soude et l'acétate d'urane et de soude, corps appartenant tous trois au système régulier; je l'ai signalée moi-même, en 1857, dans les cristaux rhomboédriques du cinabre et dans les cristaux quadratiques du sulfate de strychnine à 13 équivalents d'eau. On doit aux importantes recherches de Biot la connaissance de la loi que le phénomène suit dans le quartz, et à celles d'Herschel l'énoncé de la règle qui, dans ce minéral, lie le sens général de la rotation avec la position de certaines formes affectées de l'hémiédrie plagièdre. M. Marbach a trouvé une relation analogue pour les cristaux de chlorate de soude. Quant aux cristaux de cinabre, qui offrent, comme le quartz, tantôt une rotation droite, tantôt une rotation gauche, et à ceux de sulfate de strychnine, qui sont tous lévogyres, aucun n'a présenté, jusqu'à ce jour, la moindre apparence d'hémiédrie.

» J'ai l'honneur d'annoncer aujourd'hui à l'Académie que je viens de

découvrir l'existence du pouvoir rotatoire dans les cristaux de *benzile* ($C^{14}H^{10}O^{2}$), corps obtenu par Laurent, en 1835, parmi les *dérivés* de l'essence d'amandes amères, et qui a été l'objet de nombreux travaux chimiques de sa part et de la part de M. Zinin.

» Les cristaux sur lesquels j'ai pu opérer ont été préparés par M. Zinin à Saint-Pétersbourg. Leurs dimensions, peu ordinaires, dépassent 13 millimètres de longueur sur 7 millimètres de diamètre; leur couleur est le jaune de soufre; ils sont très-tendres (dureté = 1,5) et très-fragiles; leur densité est de 1,23 à 15 degrés centigrades; leur transparence est assez grande et leur structure intérieure assez homogène pour qu'on puisse les soumettre à toutes les épreuves de la lumière polarisée.

» Comme l'a indiqué Laurent, la forme du benzile est celle d'un prisme hexagonal régulier basé; trois arêtes alternes de la base sont remplacées par les faces d'un rhomboèdre aigu d'environ 80 degrés; les trois autres arêtes portent une double troncature composée de l'équiaxe b^1 et de l'inverse $e^{\frac{1}{2}}$.

» Les angles calculés, comparés aux angles mesurés, sont :

Angles calculés.	Angles mesurés.
$^*a^1 p = 118°0'$	118° moyen.
$a^1 e^2 = 90°$	90°.
$p e^2 = 152°$	152° 1' moyen.
$a^1 b^1 = 136° 47'$	137° 1' moyen.
$a^1 e^{\frac{1}{2}} = 118°0'$	117°20' à 118°.
$b^1 e^2 = 133° 14'$	133°9'.
$p b^1 = 130° 7'$	129°42'.
$pp = 80° 14'$ arête culminante	80°0'.
$b^1 b^1 = 107° 14'$ arête culminante	107°21'.
$e^{\frac{1}{2}} e^{\frac{1}{2}} = 80° 14'$ arête culminante	»

Angle plan du sommet = 78° 13' 58''.

» Le plus minutieux examen des cristaux que j'ai reçus de M. Zinin ne m'a révélé aucune trace de formes hémièdres; mais il y aura lieu de rechercher si l'hémiédrie ne se produira pas en faisant varier les conditions de la cristallisation et en employant les moyens indiqués par M. Pasteur pour la provoquer artificiellement.

» J'ai reconnu que le pouvoir rotatoire de ces cristaux est un peu plus grand que celui du quartz. D'après la moyenne d'un grand nombre d'observations faites sur trois plaques normales à l'axe principal, et dont les épaisseurs étaient respectivement : $2^{mm},416$; $2^{mm},830$; $4^{mm},085$, j'ai trouvé,

à l'aide de la lumière jaune de la soude (1), que 1 millimètre de benzile correspond à $1^{mm},15$ de quartz.

» Par suite, une plaque normale à l'axe, d'environ 3 millimètres d'épaisseur, examinée dans l'appareil à tourmalines, ou mieux, au microscope polarisant, montre une nombreuse série d'anneaux concentriques au centre desquels manque totalement la croix noire caractéristique des cristaux biréfringents à un axe. Si l'on tourne l'analyseur de gauche à droite, les anneaux paraissent se dilater, et la tache centrale, qui remplace la croix noire, passe par la même succession de teintes qu'elle offrirait dans un quartz dextrogyre. Jusqu'à présent, les cristaux sur lesquels a porté mon examen (quatre ou cinq seulement) possèdent tous la rotation *droite*. L'avenir décidera s'il en existe de lévogyres.

» La double réfraction des cristaux de benzile est très-forte et *positive*. Les indices, *ordinaire* et *extraordinaire*, sont, à 14° C., pour la raie D :

$$\omega = 1,6588, \quad \varepsilon = 1,6784.$$

» Leur dilatation est aussi très-considérable. M. Fizeau a trouvé qu'elle était égale à environ neuf fois et demie celle du platine dans la direction de l'axe, et à environ cinq fois celle de ce métal normalement à l'axe. Contrairement à ce qui a lieu dans le quartz, le rhomboèdre primitif de 80° 14′ devient donc encore plus aigu lorsque la température du corps s'élève.

» La petite quantité de matière dont je dispose en ce moment ne m'a pas encore permis de rechercher si la dissolution alcoolique (le benzile est insoluble dans l'eau) dévie ou non le plan de polarisation. Cette recherche est d'autant plus intéressante à faire que jusqu'ici le sulfate de strychnine est le *seul corps* qui possède à la fois le pouvoir rotatoire en dissolution et en cristaux. J'aurai donc soin de l'entreprendre le plus tôt possible, et j'aurai l'honneur d'en communiquer les résultats à l'Académie. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Sur l'emploi du tungstate de baryte dans la peinture.* Extrait d'une Lettre adressée à M. Dumas par **M. Sacc.**

(Renvoi à la Section de Chimie.)

« Un peintre de paysages, désespéré de ne pouvoir employer le blanc de zinc parce qu'il ne couvre pas, et de voir se foncer rapidement toutes les

(1) D'après les déterminations de M. Fizeau, publiées dans son *Mémoire sur le cristal de roche*, de 1864, j'ai admis que 1 millimètre de quartz dévie le plan de polarisation de 21°,76 pour la raie D du sodium.

couleurs auxquelles il mêlait du blanc de plomb, m'a demandé de lui trouver un nouveau blanc, couvrant aussi bien que le blanc de plomb et aussi inaltérable que le blanc de zinc. J'ai passé sans succès en revue toute la série de nos combinaisons insolubles blanches; aucune ne couvrait aussi bien que le blanc de plomb; cependant, en considérant que les sels barytiques couvraient assez bien et que l'acide tungstique couvrait parfaitement, j'eus l'idée d'essayer le tungstate de baryte: l'effet répondit à mes espérances. Depuis trois mois, le blanc de tungstène est employé par le peintre qui a provoqué ces essais, pour l'aquarelle, la peinture à l'huile et la chromolithographie, partout avec le plus grand succès; nous avons même réussi à faire des impressions blanches sur fond noir. On arrivera donc ainsi à remplacer le blanc de plomb, qui est si vénéneux, par une matière innocente. Ma nouvelle couleur est fabriquée en grand à Paris, par M. E. Rousseau. »

M. H. Magnan adresse une « Note sur la base des formations secondaires des bords du plateau central de la France, entre les vallées de la Vère et du Lot. Découverte du permien, du muschelkalk et de l'infra-lias ».

(Commissaires : MM. Ch. Sainte-Claire Deville, de Verneuil.)

MM. Tabourin et **Lemaire** adressent divers documents à l'appui du « Mémoire sur la régénération de l'arsenic employé dans la fabrication de la fuchsine » qui a été présenté par eux pour le concours des Arts insalubres.

(Renvoi à la Commission des Arts insalubres.)

M. R. Gambaro adresse de Gênes un spécimen d'écriture, fait avec une encre qu'il considère comme indélébile.

(Renvoi à la Section de Chimie.)

M. d'Abbadie est adjoint à la Commission nommée pour examiner la Note de *M. Duboscq*, sur le photographomètre de M. Aug. Chevalier.

Cette Commission se composera ainsi de MM. Regnault, Fizeau, d'Abbadie.

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre de la Guerre informe l'Académie que les magasins à poudre des forts et batteries à la mer de la rade de Cherbourg, situés dans des casemates du rez-de-chaussée, n'ont pas été munis de paratonnerres. On a cru pouvoir ici déroger aux règlements, par la raison que ces magasins se trouvent engagés dans d'épais massifs de construction, dont les maçonneries conduisent mal l'électricité, tandis que l'eau de mer jouit à un haut degré de la propriété inverse. Les ouvrages dont il s'agit ont, d'ailleurs, une faible hauteur au-dessus du niveau de la mer. Enfin, l'expérience apprend que la foudre est tombée fréquemment dans la rade, tandis qu'on ne connaît pas d'exemples d'accidents causés par le tonnerre dans les forts voisins. Cependant M. le Ministre désire connaître à cet égard l'opinion de l'Académie, à laquelle les cas semblables à celui qui se présente pour les forts de Cherbourg n'ont pas encore été exposés.

(Renvoi à la Commission des Paratonnerres.)

ASTRONOMIE. — *Résumé des notions acquises sur la constitution du Soleil; par* M. Janssen. (Extrait d'une Lettre à M. Dumas.)

« Simla (Himalaya), 8 janvier 1869.

» Vous savez, Monsieur, quel était jusqu'ici l'état de nos connaissances sur le Soleil. L'ensemble des travaux modernes, résumés et interprétés d'une manière si remarquable par la théorie de M. Faye, conduisait à considérer le Soleil comme un globe essentiellement gazeux, dont la température propre est si élevée, qu'aucun corps ne peut y exister qu'à l'état gazéiforme le plus prononcé. Or on sait que les gaz, alors même qu'ils sont portés à une très-haute température, sont faiblement lumineux. Le globe solaire gazeux émettrait donc par lui-même très-peu de lumière; mais le rayonnement vers les espaces célestes a produit un refroidissement superficiel, qui a amené par voie de condensation les éléments gazeux de ces régions à l'état de poussière solide ou liquide. Cette poussière joue le rôle du carbone, de la chaux, de la magnésie dans nos flammes artificielles : elle rayonne énergiquement. Ainsi, par l'effet d'un abaissement relatif de température, le globe gazeux s'entoure d'une enveloppe très-lumineuse : c'est la photosphère, c'est la partie visible du Soleil, c'est l'astre proprement dit.

» Cette photosphère seule a été étudiée. C'est même par les travaux si

persévérants, si attentifs, si bien interprétés dont elle a été l'objet, qu'on est arrivé à se former sur le Soleil les notions générales que j'expose ici. Dans l'étude de la photosphère, celle des taches tient la première place. Ces déchirures de l'enveloppe lumineuse, dont le diamètre est souvent double ou triple de celui de notre Terre, permettent de constater l'obscurité relative du noyau gazeux central; leurs mouvements ont révélé les lois de la rotation superficielle du Soleil, rotation dont la vitesse est variable suivant les latitudes, et fournissent ainsi une des preuves les plus frappantes de l'état gazeux de l'astre. C'est aussi l'étude des taches qui a conduit les astronomes à admettre une atmosphère autour de l'enveloppe lumineuse. Mais cette atmosphère, dont l'existence était révélée par des phénomènes de réfraction observés sur la photosphère et par des effets d'absorption constatés sur les bords du disque solaire, n'était pas connue directement : sa nature, sa hauteur, sa composition étaient l'objet des assertions les plus contradictoires. Quant à ces singuliers appendices lumineux qui avaient été observés pendant les dernières éclipses totales, on ne savait absolument rien à leur égard.

» Les choses en étaient là, quand la grande éclipse du 18 août dernier vint nous offrir l'occasion d'appliquer, pour la première fois, nos nouvelles méthodes d'analyse à l'étude de ces phénomènes.

» L'analyse de la lumière des protubérances nous révéla tout d'abord leur nature gazeuse et leur espèce chimique. Ces grands appendices sont presque exclusivement formés d'hydrogène incandescent. Le spectre est ici tellement remarquable, les quelques faisceaux lumineux auxquels il se réduit sont si intenses, que l'idée bien naturelle de retrouver ces belles lignes en dehors des éclipses me vint aussitôt. Vous savez, Monsieur, comment cette remarque est devenue pour moi le point de départ d'une méthode pour l'étude journalière des protubérances solaires. Cette étude je l'ai reprise à Simla, et j'ai cherché tout d'abord quels pouvaient être les rapports des protubérances et de la photosphère.

» Pour un observateur prévenu et un peu exercé, les raies protubérantielles sont faciles à voir, surtout quand la protubérance étudiée est très-saillante; mais quand on s'approche du disque éblouissant, elles se perçoivent beaucoup plus difficilement, jusqu'au moment où l'énorme intensité de la lumière solaire les éclipse tout à fait et amène même le phénomène de l'interversion, les raies brillantes C, F, etc., devenant les mêmes raies obscures du spectre solaire. Or, voulant étudier à la surface même de

la photosphère, j'ai cherché des dispositions qui permissent d'éliminer le plus possible la lumière étrangère du Soleil. Je suis parvenu à ce but en isolant dans le champ du spectre la région où les raies protubérantielles doivent se produire, soit par des verres d'une teinte bien appropriée, soit par des diaphragmes opaques ou semi-transparents. Enfin, au lieu de placer la fente du spectroscope normalement au disque, je lui donne la position osculatrice, approchant peu à peu du Soleil, jusqu'au moment où les parties saillantes de la photosphère viennent rayer le champ spectral et réalisent le phénomène connu des astronomes sous le nom de *grains de chapelet*.

» L'emploi de cette méthode m'a conduit à découvrir la matière protubérantielle sur tout le contour du disque solaire, où elle forme comme un anneau continu dont les protubérances ne sont que les portions les plus saillantes.

» Il faut une atmosphère très-pure pour suivre ainsi, jusque sur la photosphère elle-même, les traces délicates de ces phénomènes lumineux; mais, quand les conditions de l'observation sont favorables, on obtient indubitablement le résultat que j'annonce, à tout instant du jour et quel que soit le point du disque sur lequel on fasse porter l'examen. »

« **M. Élie de Beaumont** fait observer que l'instrument construit et appliqué par M. Janssen présente plusieurs traits de ressemblance avec l'*Éclipsiostat universel* de M. Zantedeschi, décrit par le savant professeur de Padoue dans une Lettre en date du 9 novembre 1868, lue dans la séance du 21 décembre (1).

» Au moment où cette Lettre était communiquée à l'Académie, M. Janssen employait son propre instrument à Simla, pour les belles observations qui viennent d'être analysées. Il n'est peut-être pas sans intérêt de remarquer que l'éclipse du 18 août a inspiré des idées analogues à deux physiciens qui, se trouvant l'un dans l'Inde et l'autre en Italie, n'ont pu avoir entre eux aucune communication. »

M. Le Verrier, après avoir entendu la lecture de la Lettre de *M. Janssen* sur la constitution du Soleil, demande la parole et s'exprime comme il suit :

« Dans la dernière séance, le P. Secchi a adressé une intéressante communication sur une relation qui existe entre les protubérances et les taches

(1) *Comptes rendus*, t. LXVII, p. 1237 (séance du 21 décembre 1868).

solaires. Déjà le *Compte rendu* de la séance du 18 janvier contenait une communication de M. Janssen sur ce sujet.

» L'Académie a reçu en outre une dépêche télégraphique de M. Janssen ainsi conçue : « Les lignes de l'hydrogène sont visibles sur toute la circon-» férence du Soleil; les protubérances ne sont que des parties élevées de » cette atmosphère hydrogénée. »

» Ces communications et une Lettre de M. Angelot *sur l'Atmosphère solaire* donnèrent lieu lundi dernier à une discussion entre MM. Élie de Beaumont, Faye et Ch. Sainte-Claire Deville. J'y mêlai moi-même quelques mots que je n'ai pas insérés au *Compte rendu* de la séance, me réservant d'y revenir aujourd'hui et de donner plus de précision à mes remarques.

» La théorie qui consiste à considérer le Soleil, pour sa partie lumineuse, comme un globe incandescent, recouvert par une petite atmosphère gazeuse à laquelle sont dus une partie des phénomènes qu'on observe à la surface de l'astre, a été établie d'une manière certaine sur les observations de l'éclipse totale de Soleil qui eut lieu en 1860. Le titre de gloire des observateurs de 1868, et en particulier de MM. Janssen et Rayet, est d'avoir reconnu la nature de cette atmosphère. En parvenant de plus à observer en tous temps les phénomènes qu'on n'avait pu jusque-là constater qu'au moment des éclipses totales de Soleil, M. Janssen a rendu à la science un service qu'elle ne saurait trop apprécier.

» L'Académie me permettra de rappeler ce qui avait été dit en 1860 de la constitution du Soleil. Les passages dont je vais lui donner lecture sont extraits de Rapports, que j'ai faits en 1860 au Ministre de l'Instruction publique, à la suite de l'observation de l'éclipse à Tarrazona, où je me trouvais avec M. Léon Foucault; Rapports qui ont été insérés au *Moniteur*, le premier en juillet 1860, le second en août de la même année.

» Voici d'abord un passage relatif aux observations :

» Le moment où devait cesser l'obscurité totale approchait : pour ne pas » manquer la mesure du temps de cette phase importante, je dirigeai à l'a-» vance l'instrument vers le point où elle devait se produire, et, dans les » vingt secondes pendant lesquelles j'attendis le retour des premiers rayons » directs du Soleil, je recueillis la partie la plus importante peut-être de » mon observation.

» Ce bord du disque, que j'avais trouvé deux minutes auparavant par-» faitement blanc, était maintenant teinté par un léger filet d'une épais-» seur inappréciable et d'un rouge pourpre; or, à mesure que les secondes

» s'écoulaient, ce filet grandissait peu à peu et formait bientôt autour du » disque noir de la Lune, sur une étendue de 30 degrés environ, une bor- » dure rouge d'une épaisseur parfaitement définie et croissante, et dont le » contour était irrégulier à la partie supérieure.

» En même temps, l'éclat de la portion de la couronne qui, pendant les » dernières secondes, émergeait de dessous le disque de la Lune, s'exaltait » avec une telle rapidité, que j'étais dans le doute si je ne revoyais pas la » lumière du Soleil. Ce ne fut qu'à la réapparition d'un rayon direct, dont » la vivacité effaça à son tour celle de la couronne, que je fus sûr de la na- » ture des trois phénomènes qui s'étaient à la fois passés sous mes yeux, et » que je résume ainsi :

« 1° La partie visible de la surface émergente du Soleil, dans toute son » étendue et jusqu'à une hauteur de 7 à 8 secondes, était recouverte d'une » couche de nuages rouges que l'on voyait s'accroître en épaisseur à » mesure qu'ils sortaient de dessous le disque de la Lune. Faut-il croire » que la surface entière de l'astre en est parsemée jusqu'à une faible hau- » teur comme elle est semée de facules, et que les nuages roses en sont des » émanations comme les taches qui apparaissent sur le disque de l'astre?

» 2° L'intensité de la lumière de la couronne, lumière toujours parfai- » tement blanche, varie avec une très-grande rapidité dans le voisinage » immédiat du disque du Soleil.

» 3° La réapparition de la lumière directe du Soleil a eu lieu à $3^h 0^m 49^s, 0$. » L'obscurité totale avait duré $3^m 14^s, 3$. »

» Transcrivons maintenant un passage du Rapport dans lequel, comme je le dis, M. Léon Foucault rend lui-même compte de ses observations :

« Aussitôt après la disparition du dernier rayon de lumière directe, on » a mis au foyer une première plaque qui a été impressionnée pendant » dix secondes. Puis on l'a remplacée par une deuxième qui est restée » vingt secondes, et enfin une troisième plaque est demeurée soixante » secondes. Au sortir de la chambre noire, les trois plaques ont été traitées » par le sulfate de fer et le cyanure de potassium dans le but d'en obtenir » des épreuves *positives directes*. Dans la précipitation des manœuvres, des » déplacements ont été involontairement imprimés au châssis qui portait » la première plaque alors que l'objectif était déjà démasqué; il en est » résulté plusieurs images qui se sont formées accidentellement en des » temps très-courts et qui fournissent à la discussion des éléments précieux » et inattendus. En somme, sur les trois plaques, on a obtenu six images

» distinctes dont trois se sont formées en des temps qui n'ont pas dû
» excéder un quart de seconde et dont les trois autres résultent d'impres-
» sions qui ont duré 10, 20 et 60 secondes.

» Les trois images formées en une fraction de seconde au moment où le
» Soleil venait de disparaître n'offrent pas une représentation complète de
» l'auréole; elles se réduisent à une circonférence de cercle entourant le
» disque obscur de la Lune, et présentant des variations d'intensité qui,
» trois fois reproduites, ne sauraient être attribuées à des accidents de la
» préparation. Du côté où venait d'avoir lieu le contact intérieur, ce con-
» tour circulaire accuse un renforcement d'intensité, ce qui confirme d'une
» manière authentique l'impression déjà signalée par M. Le Verrier..... »

» Discutant alors les résultats des observations, M. Foucault conclut ainsi :

« Laissons donc, *jusqu'à plus ample examen*, les protubérances au Soleil,
» l'auréole au pur espace où la diffraction s'opère, et attribuons à l'in-
» fluence de notre propre atmosphère les belles teintes cuivrées dont l'hori-
» zon tout entier se colore au moment où l'observateur est atteint par le
» cône d'ombre. »

» Dans le second Rapport, daté de Paris 2 août, j'examine plus à fond et dans les termes suivants, les conditions que les observations de l'éclipse nous ont révélées :

« J'arrive à la constitution physique du Soleil. Une refonte ou même un
» abandon complet de la théorie qu'on avait admise jusqu'ici me paraissent
» nécessaires. Il y a lieu de beaucoup simplifier.

» On nous assurait que le Soleil était composé d'un globe central et
» obscur; qu'au-dessus de ce globe se trouvait une immense atmosphère de
» nuages sombres; plus haut encore on plaçait la photosphère, enveloppe
» gazeuse, lumineuse par elle-même, source de l'éclat et de la chaleur du So-
» leil. Lorsque les nuages de la photosphère se déchirent, disait-on, on
» peut apercevoir le noyau obscur du Soleil; de là les taches qui se pré-
» sentent fréquemment. A cette constitution si complexe on eût dû ajouter
» une troisième enveloppe formée de l'ensemble des nuages roses.

» Or, je crains que la plupart de ces enveloppes ne soient de pures fic-
» tions; que le Soleil ne soit simplement un corps lumineux, en raison de
» sa haute température, et recouvert par une couche continue de la matière
» rose dont on connaît aujourdhui l'existence. L'astre, ainsi formé d'un

» corps central, liquide ou solide, recouvert d'une atmosphère, rentre dans » la loi commune de la constitution des corps célestes.

» Lorsqu'on eut observé deux protubérances roses, pendant l'éclipse » totale du 8 juillet 1842, on se trouva, suivant l'expression d'Arago, *mis* » *sur la trace d'une troisième enveloppe située au-dessus de la photosphère* » *et formée de nuages obscurs ou faiblement lumineux :* mais on ne savait » point encore d'où ces nuages roses pouvaient provenir. Il paraît clair » aujourd'hui qu'ils émanent accidentellement d'une couche de matière » qui recouvre toute la surface du Soleil jusqu'à une hauteur de 8 à 10 se- » condes, égale à la deux centième partie de l'astre. J'ai nettement dis- » tingné cette couche à l'ouest et sur une grande étendue, au moment de » l'émersion. M. Ismaïl l'a signalée à l'est après l'immersion. Mais ce n'est » pas tout. Lorsqu'on consulte les relations des anciennes éclipses totales, » on reconnaît que les observateurs munis de bons instruments, et qui ne » se servaient pas de verres rouges, ont toujours indiqué l'apparition » d'une bordure pourpre, lorsque les circonstances permettaient de la » découvrir; c'est-à-dire lorsque le bord du disque du Soleil se trouvait » pendant la totalité de l'éclipse à un petit nombre de secondes du bord » du disque de la Lune, à l'est ou à l'ouest, au nord ou au sud.

» Ainsi, l'existence d'une couche de matière rose, et en partie transpa- » rente, recouvrant toute la surface du Soleil, est un fait constaté par les » observations.

» L'observation montre encore que certaines parties de cette couche de » matière s'élèvent fréquemment au-dessus du niveau habituel, et forment » des appendices nuageux qui ne sont que des émanations de l'atmosphère » du Soleil et ont la même couleur qu'elle. Je n'ai pas à examiner com- » ment s'opère cette élévation momentanée de la matière. Quelle que soit » la constitution du noyau du Soleil, solide ou liquide, la surface et l'in- » térieur de l'astre doivent être au moins aussi tourmentés que la surface » et l'intérieur de la Terre, et il n'y doit manquer ni de trombes, ni de » phénomènes électriques, ni de volcans capables de produire les mouve- » ments observés. Ce qui est établi, c'est que les protubérances roses iso- » lées ne sont plus qu'un accident secondaire d'une couche atmosphérique » qui entoure le noyau lumineux du Soleil. Cette atmosphère n'a pas par- » tout la même épaisseur. La bande observée au moment de l'émersion » était irrégulière et dentelée à sa partie supérieure.

» Cette constitution du Soleil étant admise, voyons comment en découle » l'explication des phénomènes apparents observés sur le disque.

» Si l'on considère à distance une sphère lumineuse dont chaque partie » brille d'un même éclat intrinsèque et dont la lumière nous parvienne » directement, chacun des points de cette sphère apparaîtra avec la même » intensité. Il en sera autrement lorsque la lumière traversera une atmo- » sphère obscure et absorbante entourant la sphère lumineuse. Alors la » lumière émanée des bords paraîtra plus faible que celle qui nous viendra » du centre. Nous trouverons donc dans l'intensité relative de la lumière » des divers points du Soleil un moyen de vérifier si le noyau lumineux » est effectivement environné d'une atmosphère.

» Il est surprenant de voir comment s'était accréditée l'opinion que » tous les points du disque du Soleil nous offraient le même éclat, et l'on » se demande si cette assertion n'était pas uniquement basée sur une » théorie préconçue de la prétendue photosphère. On a cependant pro- » cédé à des mesures, et il a été prouvé que l'éclat des bords du disque du » Soleil n'est pas la moitié de celui du centre. Citons, à cet égard, une » curieuse expérience faite par M. Chacornac, dont j'ai été témoin et qui » tient essentiellement à notre sujet. Une pénombre très-intense se mon- » trait sur le centre du disque du Soleil, et elle paraissait fort obscure » comparée à la lumière des parties environnantes de l'astre. Or, lorsqu'on » cachait tout le Soleil avec un écran, à l'exception de la tache que nous » venons de mentionner et d'une partie du disque située dans les environs » du bord, on était étonné d'avoir à constater que la tache était plus lumi- » neuse que le bord de l'astre. Contentons-nous d'en conclure que, l'éclat » de la tache se trouvant compris entre l'éclat du centre et celui des bords » du disque, la lumière du centre était incontestablement supérieure à » celle des bords.

» D'où il suit qu'on ne peut pas continuer à admettre que le Soleil soit » composé de couches nuageuses et enveloppées dans une photosphère; » mais qu'il faut renverser cette constitution et placer simplement une » atmosphère au-dessus d'un globe lumineux, comme le montre d'ailleurs » l'observation des éclipses totales. Les rayons de l'astre nous arrivent » éteints en partie, mais beaucoup plus sur les bords qu'au centre. La me- » sure de l'extinction nous fera connaître le pouvoir absorbant de l'atmo- » sphère. En ne tenant pas compte de l'illumination qu'éprouvent ses par- » ties, on trouve qu'au centre elle arrêterait le tiers des rayons émanés du » noyau du Soleil.

» D'un autre côté, il résulte de l'observation des nuages solaires que la » matière de l'atmosphère s'accumule quelquefois en quantités plus consi-

» dérables sur certains points; et, comme la lumière de la partie correspondante du Soleil peut se trouver plus ou moins éteinte, on arrive à une explication naturelle de l'existence des taches à la surface de l'astre. Ces taches offriront les contours et les aspects les plus variés, et leurs formes changeront rapidement, ainsi que l'observation le constate et comme cela doit être dès qu'elles sont produites par des nuages. . . . . »

» Tels sont les faits que la considération attentive de l'éclipse totale de 1860 avait permis d'établir. Avec des moyens nouveaux et plus parfaits d'observation on les a confirmés en 1868 et de plus on a fait un pas immense en avant. On sait que la petite atmosphère qui entoure le globe du Soleil contient dans toutes ses parties de l'hydrogène. Aujourd'hui même, dans une Note que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie au nom de M. Rayet, cet habile physicien établit que la raie jaune se voit sur tout le contour du Soleil et conclut que le gaz incandescent auquel elle correspond est, au même titre que l'hydrogène, un des éléments constitutifs de l'atmosphère solaire; on ne sait point quel est ce gaz, la raie jaune dont il s'agit ne coïncidant pas avec la raie jaune habituelle du sodium. »

ASTRONOMIE. — *Sur la réfrangibilité de la raie jaune brillante de l'atmosphère solaire.* Note de **M. G. Rayet**, présentée par M. Le Verrier.

« La non-coïncidence de la ligne jaune brillante du spectre des protubérances avec la double ligne D du spectre solaire a été signalée, par le Lieutenant Herschel dès le 19 août, puis par M. Lockyer (*Comptes rendus*, 26 octobre 1868), par le R. P. Secchi (*Comptes rendus*, 23 novembre 1868), et, enfin, par M. Janssen; elle est plus réfrangible que D; M. Lockyer et le R. P. Secchi ont donné de sa position deux mesures différentes.

» Dans ces derniers temps, en faisant usage d'un spectroscope très-dispersif et d'un micromètre à fils d'araignée, j'ai pu déterminer d'une manière très-exacte la position de cette ligne brillante. En prenant pour unité la distance $D'D''$ des deux lignes du groupe D, on trouve pour valeur de la distance de la ligne brillante à D'', la plus réfrangible des raies D, le nombre 2,49. L'erreur probable de ce résultat est moindre que 0,03.

» La ligne brillante jaune correspond à la division 1016,8 de l'échelle du spectre de Kirchhoff. En adoptant pour longueur d'onde des lignes D' et D'' $0^{mm},00059053$ et $0^{mm},00058988$, celle de la ligne brillante est $0^{mm},00058827$.

» La ligne jaune se voit sur tout le pourtour du disque solaire avec une facilité au moins aussi grande que les trois lignes de l'hydrogène; le gaz

incandescent auquel elle correspond est donc, au même titre que l'hydrogène, un des éléments constitutifs de l'atmosphère solaire. Dans le point où se montre la ligne brillante, on n'a encore su voir aucune ligne noire.

» La méthode expérimentale qui me sert à voir chaque jour les lignes brillantes de l'atmosphère solaire est des plus simples. J'emploie pour cela l'équatorial de la Tour ouest dont la lunette a une longueur focale de 5 mètres et dont je diaphragme l'objectif à 8 centimètres d'ouverture. La lunette devient ainsi parfaitement achromatique et la différence entre l'éclat de l'image du disque solaire et celui de son atmosphère se trouve considérablement réduite.

» Au foyer principal, là où est l'image nette du Soleil, vient se placer la fente très-étroite du spectroscope à vision directe. La lunette astronomique qui dans ce dernier appareil sert à regarder le spectre est mobile autour d'un axe parallèle aux arêtes des prismes, et il est facile de ne conserver dans le champ de l'oculaire qu'une région étroite du spectre, celle dans laquelle se trouve une des lignes brillantes.

» J'ai également, et avec avantage pour la vision nette de la ligne jaune, placé entre l'objectif et la fente du spectroscope un prisme à vision directe précédé lui-même d'une fente étroite. Dans ce cas, il se forme un peu plus loin que le foyer principal de l'objectif un spectre impur dont on amène une couleur déterminée sur la fente du spectroscope. »

ASTRONOMIE. — *Note sur la détermination de la parallaxe du Soleil, par l'observation du passage de Vénus sur cet astre en 1874; par* M. V. PUISEUX.

« Dans le courant de l'année 1866, une Commission présidée par M. l'Amiral Jurien de la Gravière fut chargée par S. Exc. le Ministre de l'Instruction publique d'examiner les mesures qu'il y aurait à prendre pour faciliter aux astronomes français l'observation du prochain passage de Vénus. Ayant eu l'honneur de faire partie de cette Commission, j'ai été amené à calculer, en adoptant une valeur provisoire de la parallaxe solaire, les circonstances du passage pour un certain nombre de lieux de la Terre. Je ne songeais pas à publier ce travail, qui est terminé depuis plus de deux ans; mais je vois dans l'intéressante Notice de M. Airy sur ce sujet (*Monthly Notices*, décembre 1868) que l'illustre astronome de Greenwich considère le phénomène de 1874 comme peu favorable à l'application de la méthode de Halley, dans laquelle on détermine la parallaxe par la différence des durées des passages observés. Mes recherches m'ayant conduit à une con-

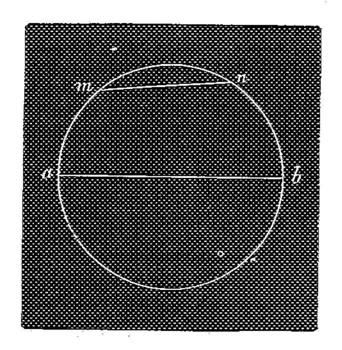
clusion différente, je crois devoir en communiquer les résultats à l'Académie; j'y suis d'ailleurs encouragé par plusieurs de mes collègues du Bureau des Longitudes, dans le sein duquel cette question est, depuis quelque temps déjà, l'objet d'un sérieux examen.

» *Circonstances du phénomène pour un observateur supposé au centre de la Terre.* — Le calcul a été fait à l'aide des *Tables du Soleil et de Vénus* de M. Le Verrier, avec toute la précision que ces Tables comportent. On a adopté la valeur 32′0″,0 pour le diamètre apparent du Soleil à la distance moyenne.

1874, Décembre 8.

Entrée du *centre* de Vénus sur le disque du Soleil....	14h. 3m,89	T. m. de Paris.
Sortie du *centre* de Vénus................	18.17,87	
Durée du passage du centre.....................	4.13,98	

» Dans la figure ci-contre, le cercle *amnb* représente le disque du Soleil;



ab est le diamètre de ce disque situé dans le plan de l'écliptique, *a* étant l'extrémité orientale; *mn* est la ligne sensiblement droite que le centre de Vénus paraît décrire (dans le sens *mn*). Les arcs *am* et *an* sont respectivement de 48°31′ et de 113°16′.

» *Circonstances du passage pour un observateur placé à la surface de la Terre.* — Je suppose la parallaxe solaire égale à 8″,90 à la distance moyenne. En négligeant l'aplatissement de la Terre et quelques autres petites quantités, je trouve les formules suivantes (*) pour le passage du *centre* de Vénus sur le Soleil, tel qu'il sera vu d'un point M de la surface de la Terre :

Heure de l'entrée. $14^h.\ 3^m{,}89 + (0{,}8371)\cos A \cos L + (0{,}7258)\cos A \sin L - (0{,}8479)\sin A,$

Heure de la sortie. $18.17{,}87 + (0{,}5836)\cos A \cos L + (0{,}5643)\cos A \sin L + (0{,}9935)\sin A,$

Durée du passage.. $4.13{,}98 - (0{,}4827)\cos A \cos L - (0{,}2179)\cos A \sin L + (1{,}2278)\sin A.$

(*) Ces formules ne sont qu'approchées; mais elles suffisent pour l'examen comparatif des diverses stations où les observateurs pourront s'établir.

Λ est la latitude du lieu, positive ou négative suivant qu'elle est boréale ou australe; L est la longitude comptée positivement à l'est du méridien de Paris, négativement à l'ouest. Les nombres entre parenthèses sont les logarithmes des coefficients de $\cos\Lambda \cos L$, $\cos\Lambda \sin L$, $\sin\Lambda$, ces coefficients étant exprimés en minutes de temps. Les heures d'entrée et de sortie sont données en temps moyen de Paris.

» On peut écrire autrement ces formules. Appelons A, A′, A″ trois points du globe définis comme il suit :

	Longitude.	Latitude.
A........	151°.28′,4 O.	78°.25′,9 N.
A′........	142.15,8 O.	37. 2,0 N.
A″........	136.16,6 O.	61.41,8 S.

Les expressions qui précèdent pourront être remplacées par les suivantes dans lesquelles AM, A′M, A″M désignent les arcs de grand cercle qui sur la Terre supposée sphérique joignent le point M aux trois points A, A′, A″ :

Heure de l'entrée.	$14^h.3^m,9 - 11^m,2 \cos A'M$,
Heure de la sortie.	$18.17,9 - 11,2 \cos A''M$,
Durée du passage.	$4.14,0 + 17,3 \cos AM$.

» Je me borne à indiquer ici les conséquences de la dernière formule. Nommons B le point antipode de A : on voit que la durée du passage aura au point A sa valeur maximum $4^h 31^m,3$ et au point B sa valeur minimum $3^h 56^m,7$: elle sera constante le long de chacun des petits cercles ayant pour pôles les points A et B.

» Imaginons à présent les deux grands cercles de la sphère terrestre formés, l'un par les points qui ont le Soleil à leur horizon à $14^h 3^m,9$, l'autre par les points qui ont le Soleil à leur horizon à $18^h 17^m,9$ Ces deux grands cercles divisent la sphère en quatre fuseaux.

» Dans un seul de ces fuseaux, le Soleil sera levé au moment de l'entrée et au moment de la sortie; c'est donc dans cette région seulement que la durée du passage pourra être réellement mesurée. Il faudra d'ailleurs éviter de se placer trop près des bords, afin de n'avoir pas le Soleil trop bas à l'entrée ou à la sortie, et comme la méthode de Halley donne un résultat d'autant plus précis que la différence des durées observées est plus grande, on devra chercher, soit dans les îles, soit sur les continents renfermés dans le fuseau indiqué, des stations aussi voisines que possible, les unes du point A, les autres du point B.

» Les deux demi-grands cercles qui limitent ce fuseau et qu'il est aisé

de tracer sur une mappemonde, se coupent d'une part un peu au nord du lac Baïkal en Sibérie, et d'autre part vers les îles Shetland, au sud de la Terre-de-Feu; le demi-grand cercle oriental traverse l'archipel des îles Tonga ou des Amis; le demi-grand cercle occidental passe entre Madagascar et l'île de France. Il suit de là que les plus longs passages pourront être observés dans le voisinage d'une ligne qui va du lac Baïkal au Japon, et les plus courts dans le sud de l'océan Indien. Les chiffres suivants permettent de comparer à ce point de vue quelques-unes des stations les plus favorablement situées.

	Longitude.	Latitude.	Durée du passage.	Hauteur du Soleil à l'entrée.	Hauteur du Soleil à la sortie.
	°	°	h m	°	°
Sibérie	117,3 E.	55,0 N.	4.27,8	8,2	7,1
Yeddo	137,4 E	35,6 N.	4.24,7	30,9	12,5
Pékin	114,1 E.	39,9 N.	4.24,6	20,2	21,2
Shanghaï	119,2 E.	31,3 N.	4.22,8	29,5	26,1
Hoart Town	145,0 E.	42,9 S.	4. 3,6	70,0	36,0
Ile Amsterdam	75,1 E.	37,8 S.	4. 1,8	27,6	73,0
Ile de Kerguélen	67,2 E.	49,3 S.	3.59,4	23,6	60,5
Terre Victoria	167,0 E.	72,0 S.	3.58,7	36,4	23,7
Terre d'Enderby	48,0 E.	66,5 S.	3.57,2	17,3	41,0

» On voit que, même en excluant comme peu accessibles la Sibérie, la terre d'Enderby et la terre Victoria, on pourra observer des passages dont les durées différeront de 25 minutes. Or, nulle part, les différences des heures d'entrée ou de sortie, différences dont on fait usage dans la méthode de Delisle, recommandée par M. Airy, n'atteindront 22 minutes; je ne vois donc pas pourquoi l'on renoncerait à déterminer la parallaxe par la méthode de Halley, qui a le grand avantage de ne pas exiger une connaissance très-précise des longitudes des stations. »

ANALYSE. — *Sur la série de Laplace*. Note de M. G. DARBOUX, présentée par M. Bertrand.

« Parmi les séries qui servent au développement des fonctions, une des plus importantes est celle que l'on doit à Lagrange, et qui sert à développer une des racines de l'équation

$$z = x + t\varphi(z)$$

en série convergente ordonnée suivant la puissance de t.

» Un peu après que Lagrange eut trouvé la série qui porte son nom,

Laplace généralisa l'analyse de cet illustre géomètre et étendit la formule trouvée par lui au développement, suivant les puissances de a et de b, d'une fonction quelconque $F(z, z')$, z et z' étant les racines des équations

$$z = x + a\varphi(z, z'),$$
$$z' = y + b\psi(z, z').$$

Mais la formule de Laplace est beaucoup moins simple que celle de Lagrange, et elle a été moins utile pour le développement des fonctions.

» On peut rendre une grande simplicité à la formule de Laplace en développant en série, non plus une fonction quelconque de z et de z', mais l'expression suivante

$$F(z, z')\left(\frac{dz}{dx}\frac{dz'}{dy} - \frac{dz}{dy}\frac{dz'}{dx}\right) = \frac{F(z, z')}{\left(1 - a\frac{d\varphi}{dz}\right)\left(1 - b\frac{d\psi}{dz'}\right) - ab\frac{d\varphi}{dz'}\frac{d\psi}{dz}}.$$

On obtient alors la formule très-symétrique

$$F(z,z')\left(\frac{dz}{dx}\frac{dz'}{dy} - \frac{dz}{dy}\frac{dz'}{dx}\right) = \sum \frac{a^m b^n}{1.2.3.m.1.2.n}\frac{d^{m+n}}{dx^m dy^n} F(x,y)\,\varphi^m(x,y)\,\psi^n(x,y),$$

et l'on reconnaît sous cette forme une analogie plus complète avec la formule donnée par Lagrange.

» On peut effectuer dans les équations primitives un changement de variables. Posons

$$z = x + au,$$
$$z' = y + bv,$$

les équations deviennent

$$u = \varphi(x + au,\ y + bv),$$
$$v = \psi(x + au,\ y + bv),$$

et, en posant $\varphi = \psi$, on doit prendre $u = v$; on obtient ainsi l'équation

$$u = \varphi(x + au,\ y + bu),$$

et l'on retrouve la formule si intéressante et si féconde en conséquences donnée par M. Hermite dans ses études sur le développement des fonctions en série. Du reste, la présence d'un déterminant fonctionnel comme multiplicateur dans la fonction qu'on développe facilite le calcul de certaines intégrales doubles qui ont une grande importance dans cette théorie du développement des fonctions.

» Je me suis aussi occupé des conditions de convergence de la série. On

peut employer un artifice analogue à celui dont on se sert pour développer les fonctions de plusieurs variables.

» On peut écrire nos deux équations

$$z = x + at\varphi(z, z'),$$
$$z' = y + bt\psi(z, z').$$

Alors z, z' peuvent être considérées comme fonctions de la seule variable t. Dans la série, le terme de rang n prend une signification précise : il est formé par l'ensemble des $n+1$ termes qui contiennent t^n en facteur, et la série peut être considérée comme ordonnée suivant les puissances de t.

» Cela posé, on démontre les propositions suivantes :

» 1° Étant données deux équations

$$f(z, z', t) = 0,$$
$$F(z, z', t) = 0,$$

admettant pour $t = t_0$ un système de solutions (z_0, z'_0), lorsque t variera à partir de t_0, *on pourra toujours trouver* des valeurs de z et de z' fonctions continues de t et se réduisant, pour $t = t_0$, aux valeurs initiales trouvées; il suffit pour cela que les fonctions f, F restent continues et bien déterminées, et que t ne passe par aucune des valeurs qui annulent le déterminant fonctionnel

$$\frac{df}{dz}\frac{dF}{dz'} - \frac{df}{dz'}\frac{dF}{dz}.$$

» 2° Si l'on considère les valeurs de t pour lesquelles le déterminant fonctionnel s'annule, pour les valeurs de t voisines, les racines se permutent les unes dans les autres, suivant la loi que M. Puiseux a reconnue pour les racines des équations algébriques, et en général des équations pour lesquelles le premier membre est une fonction continue et bien déterminée des variables.

» Le résultat précédent est facile à prévoir. On peut concevoir qu'on ait éliminé une des inconnues z ou z' entre les deux équations; mais il est inutile de faire cette élimination, et on peut traiter directement les deux équations simultanées. Il suffit de remplacer par des plans les droites qui ont été si utiles à M. Puiseux pour reconnaître l'ordre des infiniment petits, et les polygones par des polyèdres. Au reste, cette proposition est inutile pour l'objet que nous nous proposons.

» 3° Si l'on représente toutes les valeurs de t par des points du plan, les racines z, z' seront des fonctions monodromes de t dans l'intérieur de con-

tours fermés ne contenant aucun des points pour lesquels le déterminant fonctionnel s'annule. On suppose, bien entendu, que les premiers membres des équations restent continus et bien déterminés.

» Il résulte des propositions précédentes que la série de Laplace sera certainement convergente tant que le module de t sera inférieur au module de la plus petite des valeurs de t pour laquelle le déterminant

$$\left(1 - at\frac{d\varphi}{dz}\right)\left(1 - bt\frac{d\psi}{dz'}\right) - abt^2\frac{d\varphi}{dz'}\frac{d\psi}{dz}$$

devient nul.

» On peut remplacer cette règle par une autre règle semblable à celle qu'a donnée M. Rouché pour la série de Lagrange et montrer que si l'on peut trouver des contours fermés pour z et z' comprenant l'origine et tels que les modules de

$$\frac{at}{z}\varphi(z, z'),$$
$$\frac{bt}{z'}\psi(z, z')$$

soient toujours plus petits que l'unité pour toutes les valeurs de z, z' correspondantes aux points situés sur les contours, ces contours ne comprendront qu'un seul système de solutions des équations. Du reste, d'après les deux règles, il est évident que les racines qu'on développe sont celles qui se réduisent à zéro pour $t = 0$. »

ALGÈBRE. — *Sur la résultante de trois formes quadratiques ternaires.* Note de M. R. RADAU, présentée par M. d'Abbadie.

« La résultante de trois formes ternaires du second degré peut s'obtenir, comme on sait, sous la forme d'un déterminant de six lignes. Il suffit pour cela d'éliminer les six quantités x^2, y^2, z^2, yz, zx, xy entre les trois formes données et trois autres du même degré, que l'on se procure de différentes manières, par exemple en prenant les dérivées partielles du *Jacobien* (1), ou bien par le procédé suivant, qui est dû à M. Sylvester. La forme

$$(a, b, c, f, g, h \between x, y, z)^2$$

peut s'écrire

$$(a)x^2 + (by + hx + fz)y + (cz + gx)z;$$

(1) *Leçons d'Algèbre supérieure*, par G. Salmon; traduit par M. Bazin, augmenté de Notes par M. Hermite. Paris, 1868; p. 73.

si nous éliminons les trois quantités x^2, y, z, qui se trouvent écrites après les parenthèses, nous avons le déterminant

$$(a,\ by + hx + fz,\ cz + gx),$$

qui est encore du second degré. En isolant de la même manière y^2, x, z et z^2, x, y, on obtient deux déterminants semblables; ce sont les formes auxiliaires qui permettent d'établir la résultante par élimination *dialytique*.

» J'ai remarqué que l'on peut, d'une manière analogue, obtenir des formes linéaires, et présenter la résultante comme un déterminant de *trois lignes* seulement. En effet, les deux premiers termes du déterminant

$$(a,\ by + hx + fz,\ cz + gx)$$

sont

$$(abg)xy + (ahg)x^2;$$

or, en éliminant x^2 et y^2 entre les formes primitives, nous avons

$$(a,\ b,\ hxy + fyz + gzx + cz^2) = (abh)xy + (abf)yz + \ldots;$$

de même, en éliminant x^2 et xy,

$$(h,\ a,\ by^2 + fyz + gzx + cz^2) = (abh)y^2 + (afh)yz + \ldots.$$

Il s'ensuit que l'expression

$$\begin{aligned}&(abh)(a,\ by + hx + fz,\ cz + gx)\\ &\quad - (abg)(a,\ b,\ hxy + fyz + \ldots) - (ahg)(h,\ a,\ by^2 + fyz + \ldots)\end{aligned}$$

sera divisible par z, ou linéaire par rapport à x, y. On obtient deux expressions semblables au moyen des deux autres déterminants de M. Sylvester, et les neuf coefficients de ces expressions se réduisent à six, parce que trois coïncident avec trois autres. Ainsi trois équations du type

$$(a,\ b,\ c,\ f,\ g,\ h \between x,\ y,\ z)^2 = 0$$

entraînent les trois suivantes :

$$\begin{aligned}A_1 y + Cx + Bz &= 0,\\ Cy + B_1 x + Az &= 0,\\ By + Ax + C_1 z &= 0,\end{aligned}$$

et la résultante peut s'écrire

$$\begin{vmatrix} A_1 & C & B \\ C & B_1 & A \\ B & A & C_1 \end{vmatrix} = 0.$$

Les six coefficients sont

$$A = -(abc)(abg) + (agh)(bhc) + \Delta(caf),$$
$$B = -(abc)(abf) + (ach)(bhf) + \Delta(bcg),$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$
$$C_1 = -(abc)(abc) + (ach)(bhc) + \Delta(cgf);$$

ils renferment tous un terme affecté du facteur $\Delta = (abh)$, et on peut les disposer de manière que la résultante prenne la forme

$$(P + \Delta p,\ Q + \Delta q,\ R + \Delta r) = 0,$$

où le déterminant (PQR) s'évanouit. En même temps, la somme

$$\Delta(pQR + qRP + rPQ)$$

devient égale au terme $\Delta^3(pqr)$, et, en divisant par Δ^2, nous avons

$$2\Delta(pqr) + (Pqr) + (Qrp) + (Rpq) = 0.$$

L'expression qui résulte du développement de cette formule n'est symétrique que par rapport aux coefficients de x et de y; mais on peut la rendre symétrique par rapport à x, y, z en assemblant les termes homologues et en modifiant quelques autres par les procédés connus. La résultante se présente alors sous la forme d'une fonction symétrique du douzième degré des coefficients $a, b, c, \ldots$, dont je me bornerai à écrire les premiers termes :

$$(abc)^4 - 2(abc)^2(abf.caf + bcg.abg + cah.bch)$$
$$+ 2(abh)(bcf)(cag)(abc + fgh) + (agh)(bhf)(cfg)(abc + fgh) + \ldots \text{»}$$

ENGRAIS DES VILLES. — *Composition, valeur et utilisation des résidus des villes; par MM.* LAWES *et* GILBERT.

MM. Lawes et Gilbert, dont les travaux et les études d'économie rurale font autorité, viennent de se livrer à une série d'expériences sur les effets des eaux d'égouts des villes, comme engrais et eaux d'irrigation. L'intérêt considérable que cette question présente, au double point de vue de l'hygiène, des intérêts de l'agriculture et de ceux de l'alimentation publique, explique l'insertion aux *Comptes rendus* des conclusions de leur Mémoire.

« 1° Ce n'est qu'en employant l'eau avec abondance qu'on peut enlever les résidus infects des villes et les éloigner des habitations sans gêner la population et sans nuire à la santé publique.

» 2° Le déversement des résidus des villes dans les rivières rend ces dernières impropres à fournir de l'eau à d'autres villes ; le poisson en est détruit; le lit de la rivière se couvre d'un dépôt qui, en s'altérant, donne lieu à des émanations dangereuses pour la santé publique. Ce déversement constitue une grande perte d'engrais et ne devrait jamais être autorisé.

» 3° Le meilleur moyen d'utiliser les eaux d'égouts et de les purifier consiste à les employer en agriculture.

» 4° Considérant la grande dilution des eaux d'égouts des villes; sachant qu'elles se renouvellent chaque jour avec abondance et en toutes saisons; que cette abondance augmente encore dans les temps pluvieux, alors que la terre exigerait le moins d'être arrosée, et connaissant les dépenses occasionnées par la distribution de ces eaux, on doit conclure qu'elles sont mieux appropriées à la culture des prairies qui peuvent les recevoir toute l'année, qu'à toute autre culture. On peut, cependant, en faire parfois avantageusement l'application à d'autres récoltes pour les terres situées sur le parcours ou dans le voisinage de la ligne adoptée pour l'arrosement continu des prairies.

» 5° Eu égard aux intérêts urbains et aux intérêts ruraux, le meilleur mode d'utilisation, dans la plupart des cas, serait l'emploi de 12000 à 13000 mètres cubes d'eaux d'égouts par hectare et par an pour les prairies cultivées en ray-grass italien. Cette quantité devrait pourtant être réduite si l'expérience démontrait que l'eau n'a pas été suffisamment dépouillée par son passage à travers la prairie. Il est presque certain que le fermier ne payerait pas 0 fr. 07 c.; il est même douteux de savoir s'il pourrait payer 0 fr. 05 c., par mètre cube transporté toute l'année sur sa terre, pour les eaux d'égouts d'une force moyenne, en prenant pour exemple celles de Londres, et en excluant l'eau provenant des orages.

» Le résultat direct de l'application des eaux d'égouts des villes à la culture des prairies serait un accroissement énorme dans la production du lait, du fromage et de la viande ; tandis que la consommation de l'herbe procurerait une grande quantité d'engrais solide, applicable à la terre arable et aux récoltes en général.

» 7° Les dépenses et les profits occasionnés à une ville par l'installation des moyens d'utiliser les eaux d'égouts seraient très-variables, suivant sa position et la nature ou la situation des terres à irriguer. Là où les eaux d'égouts peuvent être transportées par la pente naturelle et où se trouve une étendue suffisante de terre appropriée à son emploi, la ville peut réaliser un profit ; mais dans des circonstances contraires, il peut se faire qu'elle

soit forcée de les élever et de s'imposer des sacrifices d'argent pour s'assurer des avantages sanitaires. »

M. le Secrétaire perpétuel ajoute quelques remarques à cette communication. Il compare à ce sujet les situations orographiques de la ville de Londres et de la ville de Paris, et il montre comment dans les deux cités on a été amené, avec quelques modications dans les moyens d'exécution, à étudier les mêmes systèmes d'assainissement et d'utilisation des eaux d'égouts et à renoncer à l'ancien procédé consistant à s'en débarrasser dans le fleuve. Les eaux des égouts de Paris, moins chargées que celles de Londres, qui reçoivent toutes les vidanges, exigent quelques conditions de plus pour leur placement.

CHIMIE. — *Sur l'analyse immédiate des diverses variétés de carbones.* Note de M. Berthelot, présentée par M. Balard.

Troisième Partie. — *Relations entre les composés graphitiques et les composés organiques proprement dits.*

« Les oxydes graphitiques et leurs dérivés forment un groupe spécial, fort distinct des combinaisons ordinaires de la chimie organique : il s'agit maintenant de chercher quelles sont les relations entre ces deux ordres de composés, jusqu'à quel point elles peuvent être comparées à celles qui existent entre deux corps simples différents, enfin si elles sont explicables sans sortir du cercle des analogies tirées de l'étude des autres composés hydrocarbonés ?

» Dans cet ordre d'idées, le premier problème à résoudre, c'est la transformation des composés graphitiques en composés organiques ordinaires, par exemple, en carbures d'hydrogène.

» Rien n'est plus facile, lorsqu'on a recours à la chaleur, aidée de l'électricité. En effet, les divers carbones et graphites se combinent directement à l'hydrogène, sous l'influence de l'arc électrique, et donnent naissance à l'acétylène. Or, l'acétylène est un véritable composé organique, capable de former directement l'éthylène, la benzine, l'acide oxalique, l'acide cyanhydrique, etc., en un mot, tous les autres composés organiques proprement dits.

» On peut également former des carbures d'hydrogène avec les graphites, même en opérant par des réactions plus ménagées et à une température qui ne dépasse pas 280 degrés. Il suffit d'avoir recours au même artifice qui m'a déjà réussi pour le carbone amorphe. Au lieu d'opérer sur le car-

bone pur, lequel n'a pu être combiné avec l'hydrogène libre ou naissant, à basse température, on commence par oxyder le carbone, puis on fait intervenir l'action hydrogénante de l'acide iodhydrique.

» On forme donc d'abord les oxydes graphitiques. A la vérité, ces oxydes ne fournissent pas immédiatement des carbures d'hydrogène sous l'influence de l'hydracide, lequel se borne à les changer en des oxydes hydrographitiques, doués de propriétés spéciales. Mais les oxydes pyrographitiques, qu'il est facile de préparer en chauffant les oxydes graphitiques, sont plus voisins que ces derniers de l'état de carbone amorphe et, dès lors, plus faciles soit à oxyder, soit à hydrogéner.

» En effet, en chauffant l'oxyde pyrographitique de la plombagine avec 80 parties d'acide iodhydrique à 280 degrés, j'ai obtenu de l'hydrogène renfermant 6 centièmes de gaz des marais. Pour bien constater la nature du gaz carboné, j'ai eu recours à une méthode que j'emploie depuis plusieurs années dans les cas analogues. J'ai traité le mélange gazeux par l'alcool absolu, j'ai déterminé les quantités dissoutes, et j'ai fait l'analyse comparée du gaz non dissous et du gaz dissous, puis redégagé par ébullition : ce dernier était constitué par un mélange de 36 parties de gaz des marais et de 64 parties d'hydrogène. Un calcul convenable, fondé sur les données des expériences précédentes et sur les coefficients de solubilité, a prouvé que le carbure gazeux était bien réellement du gaz des marais, C^2H^4.

» Ce carbure résulte donc de l'hydrogénation de l'oxyde pyrographitique. Cependant la totalité de la matière n'a pas éprouvé la transformation qui donne naissance au gaz des marais. Une portion considérable demeure sous la forme d'une poudre noire et charbonneuse. La composition de cette poudre est également changée; car, lorsqu'on la soumet à l'action de la chaleur, elle dégage en petite quantité une vapeur inflammable qui paraît être de l'acétone. Le mélange d'acide nitrique et de chlorate de potasse change cette poudre entièrement en produits solubles, à l'exception de 1 à 2 millièmes d'oxyde graphitique, etc.

» Les oxydes pyrographitiques dérivés de la fonte et du graphite électrique, se sont comportés d'une manière toute semblable à celui de la plombagine.

» Tels sont les faits observés : ils montrent en même temps et la spécialité de constitution qui distingue les oxydes graphitiques des autres combinaisons organiques, et les conditions dans lesquelles cette spécialité s'efface peu à peu, de façon à rentrer dans le cadre des combinaisons ordinaires.

» Cependant, il ne faudrait pas exagérer ces différences. Elles nous

frappent surtout parce que nous sommes portés à comparer les oxydes graphitiques avec les composés hydrocarbonés gazeux ou volatils. Or, ce n'est point là, à mon avis, le véritable terme de comparaison auquel il convient de s'adresser. Je ferai observer, d'abord, que les produits d'oxydation des graphites ne diffèrent pas entièrement des produits d'oxydation des carbones amorphes. Les uns et les autres sont fixes et représentent des corps très-condensés ; seulement les dérivés carboniques sont solubles et les dérivés graphitiques insolubles.

» Le passage des caractères d'un groupe à ceux de l'autre devient même très-apparent lorsque l'on étudie certains composés oxydés, dérivés des carbones amorphes : par exemple les dérivés des charbons produits en traitant la benzine ou la naphtaline par l'acide iodhydrique. Ces dérivés, dis-je, sont jaune-foncé, amorphes et précipitables par les sels de leur solution ou émulsion aqueuse; ce sont des composés intermédiaires entre les oxydes graphitiques et les oxydes des carbones amorphes.

» Les derniers oxydes eux-mêmes ressemblent beaucoup aux produits d'oxydation des matières ulmiques et des autres composés condensés analogues, composés que l'on néglige en général en chimie organique, à cause des difficultés que présente leur étude, mais qui n'en jouent pas moins un rôle essentiel dans les transformations de la tourbe, du terreau et dans la végétation elle-même.

» Ajoutons d'ailleurs que les propriétés des oxydes graphitiques, quelque singulières qu'elles semblent à première vue, ne sont pourtant pas sans analogues. En effet, la décomposition brusque des oxydes graphitiques est accompagnée par ces mêmes formations d'eau et d'acide carbonique, qui accompagnent la décomposition des acides fixes et autres composés organiques très-oxygénés. Le vif dégagement de chaleur qui se produit en même temps peut être également observé, quoique avec moins d'intensité, dans la décomposition pyrogénée des acides et des hydrates de carbone. Les houilles elles-mêmes, d'après M. Scheurer-Kestner, dégagent, en brûlant, plus de chaleur que leurs éléments.

» C'est donc aux hydrates de carbone et aux matières ulmiques que l'on peut comparer avec le plus de vraisemblance les graphites, les carbones amorphes et leurs dérivés. Or, dans la série des décompositions graduelles que l'on peut faire subir aux principes organiques, toutes les fois que ces décompositions s'opèrent par condensation moléculaire, les composés bruns et ulmiques précèdent immédiatement les matières charbonneuses, qui semblent encore plus condensées, et celles-ci précèdent à leur tour les charbons

proprement dits. Ce qui démontre la structure spéciale de tous ces composés, ce n'est pas seulement leur origine, mais aussi l'action hydrogénante de l'acide iodhydrique. Elle reproduit en effet les carbures saturés correspondants à leurs générateurs, soit avec les matières charbonneuses elles-mêmes, soit avec les produits de leur oxydation.

» Il semble donc que les diverses variétés de carbone amorphe représentent certains états polymériques du véritable élément carbone, tel qu'il existe dans les combinaisons hydrocarbonées les plus répandues.

» La même conclusion me semble applicable aux divers graphites. En effet, je montrerai dans la quatrième partie que les composés du carbone les plus simples se séparent en deux groupes, selon qu'ils reproduisent, par leur décomposition, des carbones amorphes proprement dits ou bien des carbones graphites. Toutes ces substances seraient donc des polymères du véritable élément carbone, lequel n'est pas encore connu, à supposer qu'il puisse exister à l'état libre et sous une forme non condensée, comparable à celle des éléments gazeux, tels que le chlore, l'oxygène, l'hydrogène. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'oxydation des carbures d'hydrogène.* Note de M. **Berthelot**, présentée par M. Balard.

« J'ai trouvé que plusieurs carbures d'hydrogène peuvent être oxydés immédiatement et sans perte de carbone, en donnant naissance à des corps neutres, tels que les aldéhydes et les principes congénères. Cette oxydation a lieu par la première action de l'acide chromique cristallisé, dissous dans une petite quantité d'eau.

» L'éthylène pur et *exempt de vapeur d'éther* (1) est attaqué lentement par ce réactif à 120 degrés, avec formation d'aldéhyde :

$$C^4H^4 + O^2 = C^4H^4O^2.$$

» A 100 degrés, après quelques heures de contact, ou à froid après quelques jours, il n'y a pas de réaction appréciable.

» Le propylène pur s'oxyde bien plus aisément, et presque dès la température ordinaire. Quelques heures de contact suffisent pour donner lieu à la formation d'une grande quantité d'acétone :

$$C^6H^6 + O^2 = C^6H^6O^2,$$

réaction semblable à celle que j'ai déjà observée sur l'hydrate de propylène.

(1) On enlève cette vapeur à l'aide de lavages réitérés par l'acide sulfurique concentré.

» L'amylène est attaqué violemment, dès la température ordinaire et avec formation de produits complexes, dérivés sans doute de la destruction d'un acétone $C^{10}H^{10}O^2$, que l'on obtiendrait en ménageant la réaction.

» L'acétylène est oxydé à froid, avec dégagement de chaleur et production d'acide formique et carbonique.

» Le camphène cristallisé peut être changé aisément en camphre par l'acide chromique pur :

$$C^{20}H^{16} + O^2 = C^{20}H^{16}O^2,$$

plus aisément même que par le noir de platine.

» Observons en terminant que l'action oxydante de l'acide chromique pur et l'action oxydante d'un mélange de bichromate de potasse et d'acide sulfurique ne sont pas exactement équivalentes : en effet, dans le dernier cas, on fait intervenir, en plus que dans le premier, l'influence modificatrice spéciale de l'acide sulfurique et la chaleur dégagée par la formation du sulfate de chrome et de potasse. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Études sur un isomère de la rosaniline, contenu dans les anilines commerciales;* par **M. A. Rosenstiehl**. (Extrait.)

« Dans un premier Mémoire présenté à l'Académie le 6 juillet 1868, j'ai fait connaître le résultat de mes recherches sur la toluidine liquide de M. Coupier et les anilines commerciales. J'ai signalé, dans ces deux produits, la présence d'un isomère de la toluidine, et j'ai fait voir que le nouvel alcaloïde concourt à la formation des matières colorantes rouges dites *fuchsine*. Voici encore quelques nouveaux résultats.

» Une matière analogue à la fuchsine, obtenue par l'action de l'acide arsénique sur un mélange d'aniline et de pseudotoluidine, c'est-à-dire sans le concours de toluidine, ne pouvait pas être identique avec la rosaniline, mais pouvait en être un isomère.

» Pour éclairer cette question, j'ai entrepris une étude comparative des deux matières colorantes et des bases qui en dérivent. Je les ai préparées par l'action de l'acide arsénique sur un mélange d'aniline et de toluidine d'un côté, et sur un mélange d'aniline et de pseudotoluidine de l'autre.

» La purification de ces matières a été considérée jusqu'ici comme impossible en petit. Cette difficulté a été la cause de l'insuccès de bien de recherches qui ont précédé celles de M. Hofmann. Je suis donc obligé de décrire les moyens que j'ai employés, pour que l'on puisse être juge du degré de confiance que l'on peut accorder à mes observations.

» Après une première cristallisation dans l'eau salée, la matière colorante est traitée par la soude caustique. La base du rouge, lavée et séchée, est épuisée par l'éther, auquel elle cède une matière colorable en rouge par les acides, et un principe remarquable par la belle fluorescence verte qu'il communique à son dissolvant. La base, insoluble dans l'éther, est de nouveau transformée en chlorhydrate; le sel est déplacé de sa solution par le chlorure de sodium, puis soumis à une série de cristallisations dans l'eau pure. Après chacune de ces opérations, on a prélevé un échantillon de l'eau mère, dont une partie a servi à teindre un morceau de laine ou de soie (un centimètre cube par gramme de tissu), et l'autre a servi à une détermination de solubilité. Cette double épreuve permet de suivre pas à pas la purification. Je ne connais rien de plus sensible qu'un essai de teinture et un essai de solubilité, faits simultanément; la plus petite quantité de matière étrangère soluble est ainsi accusée. Lorsque deux essais successifs donnent le même résultat, le produit obtenu peut être considéré comme pur. C'est avec des matières premières obtenues avec les soins que je viens de décrire, qu'a été faite l'étude comparative dont je vais donner les résultats. Pour éviter toute confusion, je conserverai le nom de *rosaniline* au dérivé de la *toluidine*, et je désignerai par *pseudorosaniline* le produit qui compte la *pseudotoluidine* au nombre de ses générateurs.

» La pseudorosaniline peut être obtenue cristallisée en mélangeant, à la température de 60 degrés centigrades, la solution étendue de son chlorhydrate, avec la soude ou la potasse caustiques, et en filtrant rapidement; le liquide dépose, par refroidissement, de petits cristaux incolores. Leur forme n'a pas pu être déterminée. Précipitée de la solution de ses sels, la pseudorosaniline est amorphe, tandis que la rosaniline prend peu à peu une structure cristalline. Elle est incolore, et se colore en rouge à l'air; elle est peu soluble dans l'eau, soluble dans l'alcool, et sensiblement insoluble dans l'éther. Chauffée en petite quantité et brusquement, elle répand quelques vapeurs violettes; la plus grande partie se charbonne; son analyse conduit à la formule $C^{20}H^{19}Az^{3}.H^{2}O$.

	Calculé.	Trouvé.
C....................	75,2	75,2
H....................	6,6	6,7
Az....................	13,2	13,2

» C'est une base forte, qui forme des sels monoacides rouges, et des sels triacides jaunes. Les agents réducteurs décolorent la solution de ces sels; la couleur primitive reparaît, en grande partie, par une exposition à l'air (leucaniline).

» Le *chlorhydrate de pseudorosaniline* peut être obtenu cristallisé en octaèdres, en refroidissant très-lentement sa solution dans de l'eau contenant un peu de chlorure de sodium. Les cristaux présentent la couleur verte et l'éclat métallique des sels de rosaniline. La solution aqueuse teint directement la laine et la soie, en rouge fuchsine; 1 kilogramme d'eau à 9° C. en dissout 2gr,40. Il est soluble dans l'alcool, insoluble dans l'éther. L'analyse élémentaire d'un produit séché à 130 degrés montre qu'à cette température déjà il y a décomposition partielle; une partie du chlore se dégage; un pareil produit n'en contient plus que 9,04, au lieu de 10,5 pour 100. Cette circonstance m'a engagé à faire l'analyse d'un produit séché seulement à 60 degrés. Pour faciliter cette dessiccation, on l'a lavé à plusieurs reprises avec de l'éther anhydre, qu'on a facilement déplacé par un courant d'acide carbonique sec, chauffé à 60 degrés. Cette dernière analyse a donné des chiffres qui tendent à prouver que ce chlorhydrate contient une molécule d'eau.

	Produit séché à 130 degrés.		Produit séché à 60 degrés.	
	Trouvé.	Calculé pour la formule $C^{20}H^{19}Az^{3}.ClH$.	Trouvé.	Calculé pour la formule $C^{20}H^{19}Az^{3}.ClH^{2}O$.
C	71,4	71,1	68,1	67,5
H	6,1	5,9	6,1	6,2
Az	12,4	12,4	11,6	11,8
Cl	9,0	10,5	9,9	9,98

» J'ai donné à dessein avec quelque détail la description des propriétés de la pseudorosaniline et de son chlorhydrate, afin de montrer combien elle ressemble à la rosaniline décrite par M. Hofmann. Cette dernière base, que j'ai préparée avec les mêmes précautions, présente le plus grand nombre des propriétés que je viens de signaler : il y a une faible différence pour la facilité avec laquelle les deux bases cristallisent, et pour la stabilité différente des chlorhydrates; mais, dans l'ensemble, leurs propriétés sont si voisines, qu'on est tenté de les considérer comme identiques. Les caractères communs qu'il faut faire ressortir, parce qu'ils ont été mesurés avec précision, sont les suivants :

» 1° Identité de composition centésimale des bases;

» 2° Identité de la forme cristalline des chlorhydrates;

» 3° Identité de fonctions chimiques;

» 4° Identité de solubilité : elle est, pour 1000 grammes d'eau à 9 degrés,

Chlorhydrate de pseudorosaniline	gr 2,40
Chlorhydrate de rosaniline	2,41

» 5° Identité de nuance et de pouvoir colorant.

» Je dois avouer que j'étais loin de m'attendre à une ressemblance si grande. Une observation incomplète, faite sur un produit d'une pureté insuffisante, m'avait fait dire, dans ma Note du 6 juillet 1868 (t. LXVII, p. 45), que la matière colorante rouge dérivée de la pseudotoluidine « diffère des » sels de rosaniline par la solubilité de sa base dans l'éther, et par la plus » grande solubilité de son chlorure dans l'eau. » Jusqu'ici l'isomérie de la rosaniline et de la pseudorosaniline n'est démontrée que par la synthèse de ces produits; la preuve analytique manque, et cette circonstance m'a empêché de livrer à la publicité des résultats acquis depuis plusieurs mois. Une circonstance heureuse m'ayant mis en relation avec M. Berthelot, ce chimiste a bien voulu me familiariser avec la méthode de réduction dont il est l'auteur. C'est grâce à cette méthode que ce travail a pu être achevé, à l'aide de preuves dont la valeur scientifique ne saurait être contestée.

» Quelques essais préalables, faits avec un acide iodhydrique d'une densité double de celle de l'eau, ont démontré que la réduction de la rosaniline en ses alcaloïdes générateurs était possible. Si l'on chauffe l'un de ces sels avec 10 fois son poids d'hydracide à 190 degrés, pendant 24 à 48 heures, on régénère un quart ou un tiers de la quantité théorique des alcaloïdes. C'est le plus grand rendement qui ait été atteint. Le reste de la rosaniline se transforme en leucaniline, et il se forme, en outre, de petites quantités d'une matière groudronneuse brune. En opérant dans des conditions qui permettent une réduction plus énergique, ce n'est pas la leucaniline qui se trouve attaquée, mais bien l'aniline régénérée. Cette dernière se transforme en ammoniaque, et est un hydrocarbure inattaquable par l'acide nitrique (hydrure d'hexylène?) La toluidine résiste mieux à la réduction. La leucaniline formée, chauffée de nouveau avec l'acide iodhydrique, fournit une nouvelle quantité d'aniline et de toluidine. La méthode de réduction que je viens de décrire, appliquée à la rosaniline, démontre que cette dernière ne fournit que deux alcaloïdes : *aniline* et *toluidine*; les réactions colorées si sensibles dont je dispose ont permis de constater l'absence de pseudotoluidine parmi les produits de la réduction. C'est là un résultat sur lequel j'insiste; il est une preuve analytique qui démontre que la constitution de

la rosaniline est bien telle que M. Hofmann l'avait prévue, avec une rare sagacité. La *pseudorosaniline* se dédouble sous l'action de l'acide iodhydrique en *aniline* et en *pseudotoluidine;* il ne se forme pas de *toluidine.*

» Mais l'analyse et la synthèse prouvent qu'il existe un isomère de la rosaniline. Il restait à en démontrer la présence dans les fuchsines commerciales. La séparation de ces deux matières colorantes étant impossible, le seul moyen qui pouvait me donner un résultat certain, c'était la réduction par l'acide iodhydrique. J'ai traité successivement des fuchsines d'origine très-diverse : 1° fuchsine bien cristallisée, fabriquée en 1867 par M. Gerber-Keller, à Bâle ; 2° fuchsine de la première opération à l'acide arsénique qui ait été faite à Lyon, donnée par M. Fayolle, de Mulhouse ; 3° fuchsine d'origine anglaise, de l'année 1864, cristallisée en octaèdres parfaits ; 4° fuchsine séparée par cristallisation fractionnée du rouge de toluène de M. Coupier ; 5° fuchsine provenant de la maison Frank et Renard, de Lyon, préparée avec le bichlorure d'étain ; 6° fuchsine préparée en 1860, par M. Gerber-Keller, par le nitrate mercurique (azaléine).

» Toutes ces matières ont produit par réduction les trois alcaloïdes : *aniline, toluidine, pseudotoluidine;* et cette dernière n'était pas le produit le moins abondant.

» On voit donc par ces expériences que les fuchsines, même les plus anciennes, sont formées par un mélange de deux matières isomères. La présence de la pseudotoluidine dans les anilines commerciales explique ce fait. L'isomérie et l'isomorphisme des deux matières colorantes, leur solubilité égale, ainsi que leur couleur et leur pouvoir colorant identiques, ont empêché jusqu'ici de s'apercevoir que l'on opérait sur un mélange. La rosaniline et son isomère sont deux compagnons inséparables ; leur coexistence dans les fuchsines est forcée, ainsi que je le démontrerai dans une prochaine Note.

» J'ai été secondé, dans ces recherches, avec beaucoup de zèle, par un de mes élèves, M. Nikiforoff. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Guérison par l'électricité d'une névralgie idiopathique du nerf pneumogastrique (angine de poitrine).* Note de M. BOULLET, présentée par M. Becquerel.

M. Becquerel analyse cette Note comme suit :

« En présentant à l'Académie une Note de M. le Dr Boullet, qui exerce avec beaucoup de succès et d'intelligence la médecine à Châtillon-sur-

Loing, je me bornerai à indiquer le mode d'application de l'électricité dont l'auteur s'est servi dans cette circonstance.

» On a déjà deux cas de guérison semblables, l'un obtenu par M. Duchenne de Boulogne, l'autre par M. Aran.

» M. Boullet s'est servi du petit appareil électro-magnétique de M. Gaiffe; à peine avait-il appliqué les deux rhéophores de chaque côté du mamelon du sein droit, que toute trace de souffrance avait disparu, alors que le malade n'avait eu aucun repos depuis trente-huit jours. Le lendemain, le malade ayant éprouvé un très-léger ressentiment de gêne derrière le sternum, M. Boullet fit une seconde application de l'électricité sur le mamelon gauche; depuis ce moment, le malade n'a jamais rien ressenti, si ce n'est quelques atteintes de dyspepsie sans gravité. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur les conditions de la virulence charbonneuse.* Note de M. A. SANSON, présentée par M. Bouley.

« Les objections opposées, en ce qui me concerne, à la communication faite par M. H. Bouley sur le *mal de montagne* nécessitent de ma part une courte réponse. Il n'est point à ma connaissance que la maladie charbonneuse ait été pendant longtemps confondue avec la septicémie. Au contraire, lorsque j'ai exposé, il y a plusieurs années, mes propres vues sur ce sujet, en les fondant sur l'examen comparatif des caractères cliniques du charbon et de ce qu'on appelle en médecine vétérinaire la gangrène traumatique ou septicémie, et aussi sur l'examen également comparatif des propriétés du sang charbonneux et du sang normal en voie de putréfaction, alors ces vues soulevèrent une protestation générale de la part des hommes les plus compétents dans l'étude des affections charbonneuses. On m'opposa, comme objection fondamentale, que le charbon est virulent, tandis que, disait-on, la septicémie ne l'est point. Et de fait, il n'y a d'autre preuve certaine de l'identité des deux formes pathologiques dont il s'agit que leur virulence commune, démontrée par l'inoculation du sang. A ce moment, je n'étais point en mesure de fournir cette preuve, et j'en appelai seulement à la vérification expérimentale.

» Aujourd'hui je pourrais me borner à prendre acte des résultats obtenus par M. Davaine, puisque cet expérimentateur a communiqué à des lapins et à des cobayes une maladie mortelle et virulente, en leur inoculant, lui aussi, du sang de bœuf exempt de maladie et seulement en voie de putréfaction. Le sang frais de ces lapins et de ces cobayes morts de la maladie

s'est montré lui-même inoculable et l'a reproduite, ce qui est exactement le cas du sang charbonneux. Mais je me garderais bien de me croire autorisé à fonder une conclusion si importante sur de tels résultats. Il ne me paraît pas que la pathologie du charbon puisse être faite avec certitude en observant d'autres animaux que ceux sur lesquels la maladie sévit dans ses conditions naturelles. Je craindrais de trop forcer les analogies en concluant des petits rongeurs aux ruminants, et je ne crois pas me tromper en disant que la cause au moins très-probable des dissidences qui se produisent sur la question est dans cette considération. Ce qui a été vu chez les rongeurs, j'en ai pu moi-même vérifier l'exactitude; mais les choses se sont présentées différemment chez les ruminants, petits ou grands, observés en Auvergne, soit qu'ils eussent contracté la maladie sur la montagne, soit qu'elle leur eût été expérimentalement inoculée; et je ne pense pas qu'on soit en droit de prétendre justement que ces choses n'y ont été l'objet que d'un examen superficiel et d'une étude peu attentive. Toutes les observations y ont été soigneusement contrôlées par des hommes dont la compétence spéciale sera peut-être considérée comme au moins équivalente de celle qu'on leur oppose.

» Du reste, les meilleurs juges, en pareil cas, ce sont les faits. Pour être court, je ne rapporterai que quelques-uns des principaux. Ils seront suffisants.

» On donne comme caractéristique de la maladie charbonneuse la présence dans le sang de ces filaments signalés par Brauell, par Fuchs, par Delafond, puis par M. Davaine, qui a proposé de les nommer *bactéridies*. Les filaments du sang des sujets morts de septicémie seraient doués de mouvements spontanés; ceux du sang charbonneux seraient, au contraire, constamment immobiles. Je reviendrai probablement, dans une autre occasion, sur la valeur de cette distinction, que j'ai beaucoup étudiée; quant à présent, je veux m'en tenir à la question de savoir si la présence des bactéries mobiles ou immobiles est la condition nécessaire de la virulence charbonneuse. A cet égard, c'est l'expérience et l'observation du véritable charbon, de celui qui sévit naturellement sur les animaux, qui doivent prononcer.

» Le 4 août 1868, du sang est recueilli à l'autopsie d'une vache morte du charbon à la montagne dite de Grand-Mont (Cantal). L'examen microscopique en est fait par M. Baillet, et on y constate des bactéries immobiles. Ce sang est inoculé à deux lapins qui en meurent dans les quarante-huit heures. Leur propre sang, contenant également des bactéries, inoculé

le 6 août à deux béliers, les tue dans la nuit du 9 au 10. Comme particularité de leur autopsie, on note que la rate a conservé son volume normal. Le sang d'un de ces béliers est inoculé le lendemain matin à deux brebis, dont une meurt le 16, à 2 heures après midi. Son sang, examiné avec le plus grand soin durant plus d'une heure par plusieurs personnes, à un grossissement de 500 diamètres environ, ne montre aucune trace de bactérie. Nonobstant, il a tué en moins de quarante-huit heures un mouton auquel il a été immédiatement inoculé; et dans le sang de celui-ci, on n'a pas non plus trouvé de bactéries; ce qui ne l'a point empêché de communiquer la fièvre charbonneuse à un taurillon, qui en a été guéri par l'eau phéniquée.

» De cette première série de faits, il résulte que, du sang charbonneux contenant des bactéries, a transmis la virulence, sans transmettre les bactéries. Nous allons voir maintenant le phénomène inverse, c'est-à-dire l'existence du charbon naturel sans la présence des bactéries, et la présence de celles-ci dans le sang d'un animal tué avec du sang qui n'en contenait point de visibles.

» Le 5 septembre, on examine très-attentivement le sang extravasé d'une tumeur charbonneuse de la cuisse gauche, chez une bête bovine âgée de six mois, de la commune de Vèze (Cantal). Il est absolument impossible d'y découvrir aucune bactérie. Sur le champ du microscope, les globules sanguins, déjà altérés dans leurs contours, sont groupés en îlots, et les mers de sérum se montrent parfaitement transparentes. Ce sang, inoculé à une brebis, tue celle-ci en moins de vingt-quatre heures. On constate dans la boue splénique de cette brebis, vingt heures après sa mort, des bactéries très-courtes et en abondance. La vêle elle-même est morte à peu près dans le même temps, et le sang pris dans la jugulaire, après sa mort, ne s'est pas montré virulent. Chez une vache morte le 26 septembre à la montagne de Boutifar, avec une tumeur charbonneuse comprenant le flanc gauche et les lombes, l'examen microscopique du sang a conduit aux résultats suivants: globules altérés, d'un diamètre très-réduit, étoilés; noyaux libres réfringents, quelques-uns allongés; après un examen de plus d'une heure, pas de bactéries bien caractérisées. Ce sang inoculé à deux bêtes bovines, leur a communiqué le charbon. L'une, abandonnée à elle-même, en est morte, l'autre, traitée par l'eau phéniquée, a guéri.

» Les expériences effectuées en Auvergne avec du sang charbonneux ayant subi la dessiccation rapide à l'air libre, sur des feuilles de papier, n'ont une signification très-nette qu'à un seul point de vue, et elles n'ont

été présentées qu'à ce point de vue-là. Elles ont été faites sur des moutons, des vaches et des taureaux, et non point sur de petits rongeurs, que l'inoculation de toute matière organique altérée tue souvent avec la plus grande facilité. Les résultats de ces expériences prouvent seulement que le sang charbonneux peut avoir perdu sa propriété virulente, tout en conservant intactes ses bactéries ou bactéridies. En effet, après s'être assuré que les filaments constatés dans le sang à l'état frais, persistaient avec tous leurs caractères dans ce même sang, ayant subi une dessiccation de quinze jours ou de trois semaines, on l'a inoculé à la lancette, après l'avoir délayé, on l'a injecté dans les bronches par une ouverture de la trachée, on l'a inséré sous la peau avec le papier sur lequel il s'était desséché, et dans aucun cas il n'a transmis la maladie. Neuf tentatives de ce genre ont été faites et elles furent toutes infructueuses. Et il faut ajouter qu'il s'agissait de sang ayant toujours, à l'état frais, communiqué le charbon à des ruminants.

» Les expériences d'inoculation du sang en voie de putréfaction seront continuées dans de bonnes conditions, car elles seules peuvent juger définitivement la question de la virulence charbonneuse; mais il me semble permis de conclure, dès à présent, que les caractères indiqués comme distinctifs entre la septicémie et le charbon n'ont point la valeur qui leur est attribuée. »

TÉRATOLOGIE. — *Sur deux cas très-rares de Mélomélie observés chez le mouton.* Note de M. N. Joly, présentée par M. Larrey. (Extrait par l'auteur.)

« La Mélomélie qui résulte de l'implantation de deux membres accessoires sur un membre normal est *extrêmement rare*. A l'époque où il publiait son excellent *Traité de Tératologie* (1836), Is. Geoffroy Saint-Hilaire n'en connaissait que deux cas bien authentiques : l'un, décrit par Meckel, chez un canard dont l'une des deux pattes normales en portait deux autres qui lui étaient soudées dans une grande partie de leur longueur; le second, observé par Is. Geoffroy Saint-Hilaire lui-même, chez un mouton, sur l'épaule droite duquel étaient insérés à la fois trois membres très-mal conformés.

» Or, c'est précisément sur l'espèce ovine que j'ai vu la Mélomélie *triple* se produire *deux fois* à dix ans d'intervalle.

» Les individus qui m'ont présenté cette anomalie (tous deux mâles), portaient, l'un sur l'épaule droite, l'autre sur l'épaule gauche, *deux* pattes surnuméraires, privées de mouvement propre, dépourvues de sensibilité,

ankylosées dans la plupart de leurs articulations, mais néanmoins séparées entre elles, et même très-écartées chez l'un des deux sujets, dont les photographies accompagnent ce Mémoire.

» Deux omoplates réunies en une seule, et soudées au scapulum du sujet principal, offraient deux cavités glénoïdes, dont chacune recevait la tête de l'humérus correspondant. Les quatre membres de l'individu autosite étaient de forme et de grandeur accoutumées.

» Les muscles s'étaient, pour la plupart, plus ou moins atrophiés, ou bien ils avaient subi la transformation graisseuse, si commune aujourd'hui chez les individus de notre espèce atteints de *lypémanie* (Esquirol) ou de *paralysie progressive*.

» Les nerfs avaient disparu, en tout ou en partie, et les vaisseaux sanguins étaient presque tous réduits à l'état de tubes d'un très-petit calibre. Du reste, sauf un peu de gêne dans la marche, les deux moutons porteurs de ces anomalies ne paraissaient nullement en souffrir, et ils ont vécu assez longtemps, l'un dans une ménagerie ambulante, l'autre au Jardin des Plantes de Toulouse.

» Quant à la question de savoir si un sujet affecté de *Mélomélie* doit être considéré comme un monstre simple tendant à la duplicité, ou comme un monstre double tendant à l'unité, on sait qu'elle a été très-diversement résolue par les auteurs qui, jusqu'en ces derniers temps, se sont occupés de tératologie. Mais, après les belles recherches de Lereboullet, il ne me paraît guère possible de ne pas regarder les monstres *polyméliens* comme de vrais monstres doubles, dont la production, due simplement à un excès de *substance embryogène*, n'exige nullement la présence dans le même œuf (du moins chez les oiseaux et chez les poissons) de deux vitellus *formateurs* et de deux vitellus *nutritifs*. »

M. Gaube adresse une Note concernant divers principes immédiats qu'il a isolés dans certains végétaux, et auxquels il donne les noms de saniglicine, buxine, drupine et prunine.

M. G. Henrichs adresse, de *Iowa-City* (États-Unis), une Note sur la forme cristalline des sulfates.

M. Poupon, en adressant à l'Académie un exemplaire d'un « Rapport sur les moyens de prévenir les inondations, de ramener la vie à bon marché et de créer des richesses considérables sans grever les finances », demande

l'ouverture d'un pli cacheté qui a été déposé par lui le 23 septembre 1867.

Ce pli, ouvert en séance par M. le Secrétaire perpétuel, contient un Mémoire portant un titre semblable à celui du Rapport précédent.

M. DE MORTILLET, à propos de la Lettre de *M. l'Abbé Richard* qui est insérée au *Compte rendu* du 25 janvier dernier, informe l'Académie que d'autres silex taillés ont déjà été signalés vers les frontières d'Égypte, par M. Worsaae, et dans le désert au delà de l'Aurès, par M. Berbrugger; des instruments en pierre polie ont été également signalés par M. Reboud, dans les contrées au delà du Tell; enfin, le Musée de Saint-Germain possède une pointe de silex très-bien taillée, recueillie aux Chotts (province d'Oran), par M. Chopin qui en a rapporté un certain nombre.

M. C. SETTIMANI adresse, de Florence, l'annonce d'une double relation qui existerait entre trois corps célestes, et qui n'est pas celle de Laplace sur les satellites de Jupiter.

A 5 heures un quart, l'Académie se forme en comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section de Géographie et Navigation présente, par l'organe de son doyen, M. DE TESSAN, la liste suivante de candidats à la place de Correspondant, vacante dans son sein par suite du décès de *M. Dallas Bache* :

En première ligne . . . M. DAVID LIVINGSTONE, à Londres.
En deuxième ligne et par ordre alphabétique. . { M. ALEXANDRE CIALDI, à Rome.
M. BENJAMIN-APTHORP GOULD, à Washington.

La Section d'Anatomie et de Zoologie présente, par l'organe de son doyen, M. MILNE EDWARDS, la liste suivante de candidats pour la chaire de Zoologie (Annélides, Mollusques et Zoophytes), vacante au Muséum d'histoire naturelle :

En première ligne. . . . . M. DESHAYES.
En deuxième ligne. . . . . M. L. VAILLANT.

Les titres de ces candidats sont discutés.
L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 6 heures. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 8 février 1869, les ouvrages dont les titres suivent :

Traité d'artillerie théorique et pratique. — Partie théorique et expérimentale. — Propriétés et effets de la poudre; par M. G. PIOBERT. Paris, 1869; in-8°.

La Toscane, album pittoresque et archéologique publié, d'après les dessins recueillis, sous la direction de S. Exc. le Prince Anatole Demidoff en 1852, *par* M. A. DURAND, *avec la collaboration de* M. E. CICERI, XVIII^e et XIX^e livraisons, avec 8 pages de texte. Paris, sans date; in-folio.

De la science en France; par M. J. MARCOU, 1er fascicule. — *Le corps impérial des mines. — La carte géologique de France.* Paris, 1869; in-8°.

Note sur quelques glaciers de la chaîne du Caucase et particulièrement sur le glacier de Devdoroc; par M. E. FAVRE. Genève, 1869; br. in-8° avec une carte.

Phrényogénie ou données scientifiques modernes pour doter ab initio *ses enfants de l'organisation phrénologique du génie et du talent supérieur; par* M. BERNARD MOULIN. Paris, 1868; in-12.

Rapport à l'Empereur sur les moyens de prévenir les inondations, de ramener la vie à bon marché et de créer des richesses considérables sans grever les finances; par M. POUPON. Paris, 1869; in-4°.

The... *Revue trimestrielle,* n° 250, octobre 1868; in-8°. Londres, 1868; in-8°.

The... *Journal trimestriel de la Société Géologique*, t. XXIV, 4^e partie, novembre 1868, n° 96. Londres, 1868; in-8°. (2 exemplaires.)

List... *Liste des membres de la Société Géologique de Londres,* novembre 1868. Londres, 1868; in-8°. (2 exemplaires.)

Proceedings... *Procès-verbaux de la Société Météorologique*, novembre 1867, t. IV, n° 33. (2 exemplaires.)

Proceedings... *Procès-verbaux de la Société royale Géographique*, t. XII, n^{os} 2 à 5. Londres, 1868; 4 livraisons in-8°.

The... *Journal de la Société royale Géographique*, t. XXXVII. Londres, 1868; in-8°.

The... *L'Athenæum*, livraisons 488 à 492. Londres, 1868; in-4°.

PUBLICATIONS PÉRIODIQUES REÇUES PAR L'ACADÉMIE PENDANT LE MOIS DE JANVIER 1869. (Fin.)

L'Abeille médicale; n° 52, 1868, et n^{os} 1 à 5, 1869; in-4°.

L'Aéronaute; janvier 1869; in-8°.

L'Art médical; janvier 1869; in-8°.

Le Gaz; n^{os} 11 et 12, 1868; in-4°.

Le Moniteur de la Photographie; n^{os} 20 et 21, 1868; in-4°.

Les Mondes; n° du 31 décembre 1868, et n^{os} des 7, 14, 21, 28 janvier 1869; in 8°.

Le Sud médical; n^{os} 1 et 2, 1869; in-8°.

L'Événement médical; n^{os} 2 à 5, 1869; in-4°.

L'Imprimerie; n^{os} 59 et 60, 1869; in-4°.

Magasin pittoresque; janvier 1869; in-4°.

Monatsbericht... *Compte rendu mensuel des séances de l'Académie royale des Sciences de Prusse;* novembre et décembre 1868; in-8°.

Monthly... *Notices mensuelles de la Société royale d'Astronomie de Londres;* n° 2, 1869; in-8°.

Montpellier médical... Journal mensuel de Médecine; janvier 1869; in 8°.

Nachrichten... *Nouvelles de l'Université de Gœttingue;* n^{os} 22 à 24, 1868, et n^{os} 1 et 2, 1869; in-12.

Nouvelles Annales de Mathématiques; janvier 1869; in-8°.

Nouvelles météorologiques, publiées par la Société météorologique; n° 1er, 1869; in-8°.

Pharmaceutical Journal and Transactions; janvier 1869; in-8°.

Répertoire de Pharmacie; décembre 1868; in-8°.

Revue des Cours scientifiques; n^{os} 6 à 9, 1869; in-4°.

Revue des Eaux et Forêts; janvier 1869; in-8°.

Revue de Thérapeutique médico-chirurgicale; n^{os} 1 à 3, 1869; in-8°.

Revue hebdomadaire de Chimie scientifique et industrielle; n^{os} 9 à 13, 1869; in-8°.

Revue maritime et coloniale; janvier 1869; in-8°.

Revue médicale de Toulouse; n° 12, 1868, et n° 1er, 1869; in-8°.

The Scientific Review; n° 1er, 1869; in-4°.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 15 FÉVRIER 1869.

PRÉSIDENCE DE M. CLAUDE BERNARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le Président donne lecture d'une Lettre par laquelle *M. Eugène Pelouze* fait hommage à chacun des Membres de l'Académie d'un exemplaire de la médaille qui vient d'être frappée à l'effigie de son père, T.-J. Pelouze.

La distribution de ces médailles sera effectuée par les soins du Secrétariat de l'Académie.

PHYSIQUE. — *Deuxième Mémoire sur les propriétés physiques et le pouvoir calorifique des pétroles et des huiles minérales; par* M. H. Sainte-Claire Deville.

« Dans une première communication, faite à l'Académie le 9 mars 1868 (*Comptes rendus*, t. LXVI, p. 442), j'ai exposé les premiers résultats des recherches théoriques et pratiques que j'ai faites sur les pétroles, par ordre et aux frais de l'Empereur. Je désire faire connaître la suite de ce travail, qui est aujourd'hui terminé et que je publierai bientôt dans son ensemble. Il m'a semblé utile de mettre dans les *Comptes rendus* un exposé succinct des expériences que j'ai entreprises pour brûler économiquement et sans

danger les pétroles lourds et visqueux, qui sont les meilleurs comme combustibles. Je demande à l'Académie la permission d'imprimer également les nombres que j'ai déterminés et qui expriment la composition, les propriétés physiques et le pouvoir calorifique des pétroles de presque toutes les parties du monde. Ces nombres, pouvant être d'une grande utilité pratique et pouvant d'ailleurs être enfermés dans un espace fort restreint, figureront dans nos *Comptes rendus* comme un extrait du grand travail que je prépare sur cette matière.

» I. *Combustion du pétrole dans les foyers des machines mobiles.* — L'emploi des huiles minérales dans les foyers en briques peut être considéré comme un problème résolu par les appareils dont j'ai eu l'occasion de parler, et que M. Paul Audouin a décrits récemment dans les *Annales de Chimie et de Physique*. La méthode consiste à faire tomber l'huile en jets, commandés par des robinets, sur une sole en brique. Celle-ci est placée derrière une plaque de terre percée de trous, au travers desquels passe l'air destiné à la combustion. La seule modification importante que j'aie apportée consiste dans l'emploi d'une simple grille de fonte de forme ordinaire, mais épaisse, destinée à remplacer la plaque de terre, et qui donne à l'appareil plus de solidité et peut-être plus de commodité, sans altérer le principe sur lequel s'appuie M. Audouin dans la construction de ses appareils.

» C'est une grille de ce genre que M. Dupuy de Lôme et moi nous avons, avec l'aide de M. Feugère, placée sur le yacht impérial *le Puebla* et que nous avons fait fonctionner avec un plein succès, dans une chaudière tubulaire pouvant fournir de la vapeur à une machine de soixante chevaux environ. Ces expériences, pour lesquelles MM. Audouin et Battarel ont bien voulu nous prêter un précieux concours, nous ont démontré que l'huile de houille peut être considérée comme le combustible le plus facile à manier et même le plus économique à employer, dans une ville comme Paris où la houille est à un prix très-élevé.

» Les résultats numériques relevés par M. Feugère, dans le cours de cet essai de navigation du *Puebla*, résultats qui seront publiés *in extenso*, confirment absolument les déterminations théoriques faites sur le pouvoir calorifique de ces matières dans mon laboratoire de l'École Normale. On les trouvera un peu plus tard mentionnés avec les nombres que j'ai fixés pour une grande quantité d'huiles minérales de toute nature et d'origines diverses.

» Ces expériences ont été faites pendant les mois de mars et d'avril 1868.

» A peu près à la même époque, ou peu de temps après, M. Sauvage, le savant Directeur des chemins de fer de l'Est, voulut bien mettre à ma disposition une locomotive, pour la transformer et la chauffer au moyen des huiles minérales. En même temps M. Sauvage m'apportait le concours de sa grande expérience et me donnait, avec le plus complet désintéressement, une assistance amicale et intelligente. En même temps aussi il confiait tout le travail et l'exécution de mes projets à un ingénieur distingué, M. Dieudonné, ancien élève de l'École Polytechnique, auquel je suis grandement redevable du succès complet et prompt qui a couronné nos communs efforts.

» Les problèmes à résoudre pour chauffer à l'huile minérale une locomotive étaient bien autrement difficiles que ceux dont j'avais eu à m'occuper jusqu'ici. En effet, pour que la réussite fût complète, il fallait que l'appareil à combustion fût simple, peu volumineux, et qu'il pût fonctionner même quand on exclut la brique de sa construction. Les briques et surtout les voûtes en briques que j'avais placées dans la chaudière du *Puebla* pouvaient être une cause de danger dans une locomotive, à cause de la trépidation énergique à laquelle sont soumises toutes les parties de la machine. Ensuite les quantités d'huile à brûler par heure dans une locomotive qui développe une force de trois cents chevaux sont tellement considérables, par rapport à la surface dont on peut disposer, que les conditions de l'expérience peuvent être considérées comme absolument différentes de ce qu'elles sont dans les foyers d'un four ou même d'une chaudière à vapeur. Voici comment j'ai abordé le problème.

» 1° J'ai expérimenté dans mon laboratoire de l'École Normale une grille verticale dont les ouvertures ont été déterminées de telle manière, qu'une quantité connue d'huile minérale pût brûler derrière elle sans produire de fumée et sans consommer un excès sensible d'air. Cette dernière condition est importante, et l'Académie voudra bien se rappeler que j'ai montré comme un des plus grands avantages économiques des huiles minérales que, dans leur combustion convenablement ménagée, on peut dépouiller d'oxygène tout l'air qu'on leur fournit.

» 2° Plus cette grille pénètre profondément dans le foyer, plus elle est soustraite à l'influence refroidissante de l'air, ou, ce qui revient au même, plus elle est épaisse sans déborder les parois du foyer, plus elle s'échauffe pendant la combustion de l'huile minérale. En faisant couler l'huile dans une rainure intérieure et profonde ménagée entre les barreaux de la grille, on peut, par expérience, déterminer l'épaisseur qu'il faut donner à la fonte

pour que cette huile, en se répandant sur la surface intérieure de la grille, se volatilise entièrement, sans qu'aucune portion sensible du combustible puisse arriver, autrement qu'en vapeur, sur la sole du foyer.

» De cette manière, la grille représente une série de lampes; les barreaux servent de mèche en volatilisant l'huile par leur rainure intérieure. L'air qui afflue dans le foyer par l'intervalle compris entre les barreaux détermine la formation d'une flamme très-vive et très-courte, de 25 centimètres de longueur environ. Au delà de cette flamme, les produits de la combustion sont invisibles. Mais si l'on introduit dans cette partie obscure un gros fil de platine, le métal devient incandescent, ce qui prouve que, si la flamme y est invisible, c'est simplement parce qu'elle est dépouillée de carbone, comme dans la flamme extérieure du chalumeau auquel on peut aussi comparer mon appareil.

» 3° Quand on veut augmenter considérablement la surface d'évaporation de l'huile sans augmenter les dimensions extérieures de la grille, il suffit d'incliner suivant un angle convenable la paroi postérieure de cette grille. De cette manière, la coupe de la grille, faite suivant un plan vertical et parallèle à la direction de la flamme, représente un trapèze rectangle dont un des côtés est plus ou moins incliné sur les côtés qui se coupent à angles droits.

» Dans ce cas, le chemin parcouru par l'huile est plus long, la quantité évaporée dans un temps donné plus considérable, et, par conséquent, le tirage de la cheminée devra être augmenté dans une proportion telle, que la quantité d'air qui afflue dans le foyer soit suffisante à la combustion complète de la matière.

» On comprendra, d'après cela, que l'appareil destiné au chauffage d'une locomotive ne consiste plus qu'en une grille qui sera convenablement placée pour que la surface de chauffe soit la plus grande possible. Pour cela, il suffit de placer cette grille à l'orifice du cendrier dans le foyer d'une locomotive ou même d'un appareil de chauffage quelconque.

» La sole du foyer pourra être, par conséquent, une surface de cuivre baignée d'eau intérieurement et faisant partie de la chaudière elle-même. Enfin, dans une locomotive construite pour marcher exclusivement à l'huile minérale, on conçoit très-bien une disposition qui permettrait d'employer un foyer et des surfaces toutes cylindriques (1), de faire disparaître

---

(1) Dans ce cas la grille serait circulaire et à plusieurs étages tous construits comme la grille rectangulaire que j'ai employée.

toutes les parties planes de la boîte à feu et de supprimer les entretoises, qui sont une des grandes difficultés de la construction dans les locomotives ordinaires.

» A sa partie supérieure, la grille porte une série de trous qui permettent l'introduction de l'huile qui afflue sur les parties pleines de cette grille; à la partie inférieure, elle repose sur une base en fonte relevée à l'intérieur et à l'extérieur pour empêcher l'huile lancée par les trépidations de la machine de sortir du foyer ou de tomber sur la sole.

» La machine n° 291, sur laquelle a été expérimentée l'huile minérale, ne pouvait recevoir un appareil aussi perfectionné. En effet, il fallait placer la grille en avant du cendrier, fermer celui-ci au moyen d'une plaque de tôle protégée non pas par l'eau de la chaudière, mais par une dalle de pierre. En outre, le cadre de fer qui supporte la pression à l'extrémité inférieure de la boîte à feu a dû être protégé lui-même contre l'action du feu par une enveloppe de brique soutenue à l'intérieur par une voûte en terre réfractaire. Mais l'expérience a prouvé que, malgré les qualités médiocres de cette terre, malgré les vitesses de 60 à 70 kilomètres à l'heure imprimées à la machine, la chaleur du foyer et les trépidations n'ont exercé qu'une action faiblement destructrice sur cet appareil provisoire.

» Toutes les parties si délicates de cette première locomotive ont été construites sur les dessins de M. Dieudonné, avec une habileté et une précision telles, qu'il n'y a rien eu à modifier depuis le jour où la machine a été mise en expérience (1).

» La distribution de l'huile sur la grille s'effectue par un seul robinet gradué. M. Brisse, sous-directeur des ateliers d'Épernay, a imaginé pour remplacer ce robinet un appareil d'une simplicité extrême et dont la description ne peut être donnée ici. Une vis qui se meut sur une tête graduée et placée à la portée du mécanicien permet de donner à volonté les quantités d'huile qui correspondent à la quantité de vapeur qu'on désire obtenir.

» Le tirage de la cheminée déterminé soit par l'échappement en marche, soit par un souffleur aux stations, est le même que pour une machine ordinaire marchant à la houille.

» Avec les huiles minérales bien utilisées on n'a jamais à craindre ni fumée ni escarbilles. Dans les grandes vitesses de la locomotive, le tirage

---

(1) Cette transformation de la locomotive pour la faire fonctionner à l'huile minérale a coûté seulement 900 francs.

de la cheminée dû à l'échappement de la vapeur est tel, qu'on peut augmenter presque indéfiniment la consommation de l'huile et, par suite, la production de vapeur sans craindre la fumée. C'est dans les plus grandes vitesses que nous avons eu les productions de vapeur les plus remarquables. Nous marchions alors avec les soupapes levées par un excès de pression, tout en dépensant des quantités considérables de vapeur. Sous ce rapport, l'avantage d'un pareil système de chauffage ne peut être contesté.

» La conduite du feu réglée par un simple robinet, selon l'aspect des gaz qui sortent de la cheminée et qui doivent être très-légèrement teintés en jaune (ce qui indique qu'on n'a pas d'excès d'air), est une opération tellement facile, qu'elle peut être confiée au mécanicien en sus de ses fonctions ordinaires.

» Enfin, en cas d'accidents ou de choc, si un appareil facile à imaginer ferme automatiquement le robinet d'introduction de l'huile, le foyer s'éteint subitement et ne peut plus causer ces affreux incendies dont les résultats ont été si souvent funestes.

» Je dois dire aussi que les huiles minérales, soit de houille, soit de pétrole, qui conviennent à la combustion, sont toujours des huiles denses et visqueuses dont l'inflammation est très-difficile. On les essaye en les chauffant vers 100 degrés et en plongeant une torche bien allumée dans le liquide. Celui-ci doit éteindre la torche. Cette incombustibilité est si grande, que, dans mes expériences, les contre-maîtres et les ouvriers des ateliers d'Épernay s'attendaient à rencontrer les plus grandes difficultés dans l'allumage de la locomotive au premier jour de mes essais. En effet, ils n'avaient pas réussi à enflammer l'huile de houille dans les tentatives faites par eux sur les échantillons éprouvés à l'avance.

» De nombreuses expériences ont été faites sur la ligne de l'Est sous la direction de M. Dieudonné. Je donnerai ici un extrait des tableaux qu'il m'a remis et des observations qui les accompagnent :

Dates.	Nombre des voitures.	Inclinaison moyenne de la voie.	Vitesse moyenne.	Distance parcourue.	Consommation d'huile par kilomètre.	Poids des voitures.	Observations.
				km	kg	kg	
19 juil.	8	Niveau	60	18	4,70	50 000	Temps ordin.
30 juil.	8	»	60	18	4,58	50 000	»
30 juil.	11	»	60	18	4,71	90 000	Beau temps.
26 nov.	4	$3^{mm},5$	60	55	4,70	30 000	Très-mauvais temps.

« La machine n° 291 est notre petit modèle (un seul essieu moteur; poids

» total, 20 000 kilogrammes; poids sur l'essieu moteur, 8 400 kilogrammes;
» surface de chauffe, 60 mètres carrés). Dans la plus belle expérience,
» celle du 30 juillet (charge 90 000 kilogrammes; vitesse 60 kilomètres),
» le travail développé s'élevait à 250 chevaux environ, ce qui fait $4\frac{1}{6}$ chevaux par mètre carré de surface de chauffe. C'est un très-beau résultat
» de production.

» L'allumage se fait en une heure un quart avec le souffleur d'une machine voisine, ou bien en deux heures et demie par le tirage ordinaire de
» sa cheminée. Les machines au charbon exigent de deux heures et demie
» à trois heures pour leur allumage. »

» Ces conclusions, d'un ingénieur expérimenté auquel est dû un ouvrage très-estimé sur la traction, publié en collaboration avec MM. Vuillemin et Guebhard, me donnent la plus grande confiance dans les résultats du chauffage des locomotives par les huiles minérales, lorsque celles-ci pourront être introduites sur le marché des combustibles.

» II. *Pouvoir calorifique des huiles minérales.* — Dans une chaudière tubulaire contenant 540 kilogrammes d'eau environ, j'ai fait établir un foyer en briques entièrement entouré d'eau, et au devant duquel une plaque de fonte percée de trous donnait accès en même temps à l'huile et à l'air. L'huile, en se répandant sur la sole, se volatilisait, et, rencontrant le courant d'air qui entre par les trous, se brûlait sans fumée.

» L'huile minérale était contenue dans un vase de Mariotte en tôle muni d'un long tube de niveau gradué en millimètres. J'avais déterminé à l'avance, et avec le plus grand soin, le volume de la tranche cylindrique correspondant dans le vase à chaque millimètre de hauteur du tube extérieur.

» L'air de la combustion était fourni par un ventilateur mû par une petite machine à vapeur : il était saturé d'humidité par une pluie fine d'eau projetée en sens inverse du mouvement de l'air. Enfin sa température, donnée par un thermomètre, pouvait être élevée à volonté au moyen d'un ou deux brûleurs de Bunsen qui échauffaient le tube faisant communiquer le foyer avec le ventilateur.

» La chaudière murée déjà de plusieurs enveloppes était isolée de l'air ambiant par une ceinture continue de tuyaux de plomb que parcourait l'eau froide destinée à l'alimentation. De cette manière, la déperdition de chaleur était absolument nulle, excepté sur un point, où l'influence très-faible de cette déperdition a été déterminée par expérience.

» La chaleur développée dans l'intérieur du foyer et observée dans la locomobile y produisait de la vapeur d'eau qui était condensée par un ser-

pentin. Cette eau était amené dans des réservoirs en tôle gradués et fermés d'où, au moyen de l'air comprimé par la machine et après avoir parcouru les tuyaux enveloppant la chaudière, elle retournait dans celle-ci sans perte et à une température connue.

» On avait ainsi la quantité de chaleur produite dans le générateur. Il restait à déterminer la chaleur qui en sortait avec les fumées ou plutôt avec les produits incolores de la combustion. Ces gaz étaient dirigés dans un tuyau horizontal à double enveloppe, de là passaient dans une caisse ou condenseur à surfaces susceptibles d'être refroidies comme le tuyau horizontal et se dégageaient après un grand nombre de circuits dans la cheminée où était placé un thermomètre.

» Une quantité d'eau connue s'écoulait en partant d'un compteur à débit constant, traversait entre deux lames métalliques toutes les surfaces léchées par la fumée, s'engageait entre les deux enveloppes de la cheminée horizontale et venait enfin se déverser au dehors. Deux thermomètres très-sensibles et rigoureusement comparés donnaient la température de l'eau à son entrée et à sa sortie de l'appareil réfrigérant.

» Les gaz de la combustion s'échappaient à une température de deux ou trois degrés, supérieure à la température ambiante, et l'on chauffait l'air destiné à l'alimentation du foyer de manière à lui donner exactement la même température que celle des gaz de la combustion à leur sortie de l'appareil. La quantité de chaleur amenée dans le foyer par l'air ambiant était ainsi parfaitement égale à la quantité de chaleur entraînée hors de l'appareil par le gaz de la combustion. Car, si dans ces gaz une partie de l'oxygène était remplacée par un même volume d'acide carbonique, les chaleurs spécifiques étant les mêmes pour les deux gaz à volume égal, l'acide carbonique n'emportait pas plus de chaleur que l'oxygène n'en apportait. Quant à l'azote et à la vapeur d'eau, ils entraient et sortaient à la même température et en même quantité. Ce système avait le grand avantage que si l'on insufflait plus d'air qu'il n'était nécessaire pour la combustion, pourvu que le refroidissement des gaz de la combustion fût convenablement ménagé, cet excès d'air ne nuisait pas à l'exactitude du procédé.

» Les calculs relatifs à la détermination de la chaleur et de la combustion sont d'ailleurs bien simples. Cette quantité de chaleur est donnée par la formule

$$Q = \frac{(637 - T)P + K(t - t')}{M},$$

dans laquelle

Q représente la chaleur de combustion ;

P le poids de la vapeur produite dans le générateur;
T la température de l'eau d'alimentation;
K le poids de l'eau qui refroidit la fumée;
t' la température de l'eau à l'entrée du réfrigérant de la fumée;
t la température de cette eau à la sortie;
M le poids de l'huile employée.

» On mettait l'appareil en fonction et on continuait de chauffer jusqu'à ce que toutes les quantités $t - t'$, P et M devinssent absolument constantes. Alors, en les déterminant pendant deux ou trois heures environ, on avait avec une grande exactitude la chaleur de combustion Q.

» En général, cette chaleur est plus faible que celle qu'on calcule par la loi de Dulong et les chaleurs de combustion de l'hydrogène et du carbone déterminées par MM. Fabre et Silberman, si l'on opère sur des huiles non oxygénées.

» Au contraire, pour des huiles fortement oxygénées, comme de l'huile de houille, on trouve une chaleur de combustion plus grande que la chaleur calculée par la loi de Dulong. Ces huiles seraient donc dans la catégorie des corps explosifs ou qui contiennent plus de chaleur que les éléments qui les constituent n'en possèdent à l'état isolé.

» Je demande la permission de terminer ici brusquement cet extrait qui est déjà bien long, et de donner, dans une prochaine séance, les résultats numériques que j'ai obtenus en examinant un grand nombre d'huiles minérales naturelles ou artificielles. Qu'il me soit permis, cependant, de remercier publiquement l'administration de la Compagnie parisienne du Gaz de tous les secours qu'elle m'a donnés pour faciliter un travail qui aurait été, sans son aide, bien difficile et bien coûteux. Elle m'a prêté deux machines à vapeur; elle m'a fourni toute l'huile de houille dont j'ai eu besoin dans mes expériences, et enfin elle a mis à ma disposition, et tout cela gratuitement, un excellent ouvrier mécanicien qui m'a été fort utile.

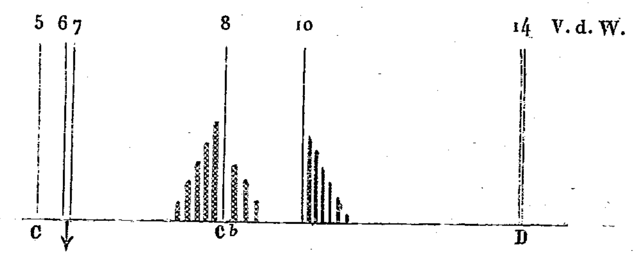
» Je dois aussi à M. Rolland, le savant Directeur général des manufactures de l'État, l'avantage d'avoir pu consacrer à mes recherches une machine Belleville, qui, fonctionnant actuellement sous la direction intelligente et dévouée de M. L. Nicklès, me permet d'obtenir un grand nombre de vérifications pratiques des données expérimentales établies par les procédés que je viens de décrire. »

ASTRONOMIE. — *Sur la présence de la vapeur d'eau dans le voisinage des taches solaires, et sur l'étude spectrale de quelques astres.* Lettre du P. SECCHI à M. le Secrétaire perpétuel.

« Rome, ce 6 février 1869.

» Dans la dernière communication que je vous ai adressée à la hâte, je vous annonçais que je croyais avoir constaté la présence de la vapeur d'eau dans le voisinage des taches solaires, en ajoutant toutefois que cela demandait des recherches nouvelles. Ayant eu dernièrement de belles journées, j'en ai profité pour analyser le phénomène, et je vais l'exposer en détail, vu sa grande importance.

» Le spectroscope que j'emploie est muni de trois prismes, de très-grande puissance dispersive, et tellement réfringents, que le rayon à leur sortie est presque parallèle au rayon incident. En examinant avec cet instrument les environs des grandes taches, et surtout les queues formées de petites taches et de facules qui suivent les grandes taches, j'ai vu presque constamment paraître des séries de lignes nébuleuses équidistantes, au nombre de 3, 4 ou 6: pour abréger, je les désignerai sous le nom de *bandes*. Leur forme est à peu près analogue à celles qui se développent dans le spectre lorsque le Soleil est près de l'horizon. Les raies près desquelles j'ai rencontré ces bandes sont dans le rouge et l'orangé, près de la raie 809,5 de Kirchhoff (8*a* de Van der Willingen), et la raie 864 de Kirschhoff (10 de Van der Willingen). Ces bandes ne sont pas toutes visibles également à la fois : on voit plus facilement celles qui se forment du côté moins réfrangible de la ligne 8; les autres sont plus faibles et difficiles à voir. Dans la figure ci-jointe, j'ai cher-



ché à reproduire la position de ces bandes : j'ai représenté leur intensité par la longueur des lignes elles-mêmes.

» En augmentant la force dispersive du spectroscope, on voit qu'à ces bandes correspondent des raies très-fines, mais on ne peut confondre celles-ci avec la nébulosité qui les enveloppe, et tout au plus pourrait-on admettre qu'il y a transformation des unes dans les autres.

» J'ai constaté ces bandes dans des journées très-pures et sur l'image des taches agrandie par l'oculaire du réfracteur, dans une proportion telle, que toute méprise était impossible. Pendant qu'on les voyait dans les pénombres, dans les queues et dans le groupe des petites taches qui se sont produites dernièrement, elles disparaissaient généralement en plein disque du Soleil, et manquaient même dans l'intérieur des noyaux, où les raies étaient plus sombres et plus tranchées par la diminution de lumière, mais sans jamais avoir la forme de ces bandes. Leur apparition dans le champ annonçait l'approche d'une tache, même sans qu'on la vît directement paraître. Supposant que le phénomène pouvait provenir d'une diminution dans la lumière aux environs des taches, j'ai réduit l'ouverture du réfracteur de 25 à 2 centimètres, sans apercevoir rien de pareil.

» Le 6 janvier, je vis paraître ces mêmes bandes en plein disque du Soleil, contre l'ordinaire, et j'en fus surpris; ayant alors regardé le ciel, je vis un cirrhus qui s'était formé devant la lunette. On les distinguait alors sur tout le disque du Soleil; on vit même paraitre des traces de bandes près de la raie D. Elles disparurent peu après la dissolution du cirrhus. Cette observation prouvait bien que la vapeur d'eau jouait un rôle dans cette apparition: j'en eus une preuve directe dans les premiers jours de ce mois, en regardant le Soleil à travers une brume assez dense. Dans cette occasion, je remarquai cependant que, quoique les bandes fussent bien visibles sur tout le Soleil, elles se renforçaient visiblement près des taches, ce qui était suffisant pour reconnaître l'action solaire directe, à peu près comme on constate la présence des protubérances là où la raie C du spectre s'affaiblit ou disparaît.

» J'ai encore remarqué que toutes les fois que ces bandes paraissent, il y a une exagération de vivacité dans la lumière de la raie brillante qui se trouve entre les raies 6 et 7 de Van der Willingen, ou 717 de Kirchhof. En étudiant, dans cette occasion, la région voisine de la raie D avec un spectroscope à 9 prismes, j'ai reconnu que la raie lumineuse propre des protubérances dans le jaune existe réellement dans le Soleil, et brille d'une lumière bien supérieure à celle des raies environnantes, et reconnaissable dans les observations ordinaires, même loin des bords.

» En conséquence, j'ai cherché si elle ne serait pas visible, même dans les étoiles dont le spectre s'approche davantage de celui de notre Soleil, et je l'ai remarquée dans Aldébaran, dans α Orion, et dans Pollux. Sirius même présente, à cette place, une région très-vive. Avec les étoiles rouges du quatrième type, il est facile de voir dans le jaune des raies vives comme des fils d'or, mais il est difficile d'en fixer la position.

» D'après ces résultats, il paraît clair que la vapeur d'eau existe dans l'atmosphère solaire, au voisinage des grandes taches : il reste seulement à vérifier la constance de ces phénomènes, et si elle se vérifie pour toutes, car j'ai rencontré des taches très-petites et très-noires qui ne la présentaient pas. Ces observations sont très-difficiles et délicates, car il faut toujours démêler l'influence de notre atmosphère, influence qui est puissante et irrégulière.

» J'ai profité de la culmination de Sirius dans les heures où notre atmosphère est tranquille, pour examiner si les raies noires de cette étoile correspondaient rigoureusement à celles de l'hydrogène, ou s'il y avait un déplacement dû au mouvement propre de l'étoile, comme j'en avais annoncé l'année dernière la possibilité.

» L'année dernière, je n'avais pas pu faire l'expérience directe, à cause du manque d'appareils. Le spectroscope a été muni pour cela de quatre prismes, et j'ai obtenu la raie f de Sirius très-bien visible, mais terminée de deux côtés comme par deux battants, que j'avais constatés déjà en 1864. La raie de l'hydrogène, projetée dans le champ du spectroscope, ne s'est pas trouvée correspondre au milieu de la bande noire de Sirius, mais, au contraire, empiéter sur le côté lumineux moins réfrangible. Le déplacement du milieu est à peu près égal à la largeur des raies D′ et D″ du sodium ; ce qui prouverait un mouvement très-rapide de l'étoile. M. Huggins, de son côté, est arrivé à la même conclusion. En réduisant le spectroscope à deux prismes, j'ai pu constater le déplacement des raies α et γ de l'hydrogène, par rapport aux raies C et V de Sirius, dans le même sens. Avec cette disposition, on trouve une coïncidence pour Régulus sensiblement parfaite, mais l'observation est très-difficile.

» On sait déjà que les raies spectrales brillantes des nébuleuses planétaires et de celle d'Orion appartiennent à l'hydrogène et à l'azote. Mais, comme cette dernière substance présente deux spectres d'ordres différents, il était intéressant de reconnaître auquel des deux correspondait la ligne brillante verte qui est la principale. Ayant produit dans un tube de Geissler successivement les deux spectres, par les moyens de Plücker, j'ai constaté que, dans le spectre de premier ordre, la raie de la nébuleuse correspond à un espace obscur ; elle correspond à une magnifique raie brillante dans le spectre de second ordre. Or, comme la formation de ce spectre exige une force électrique considérable et une température plus élevée, il est évident que la matière de ces nébuleuses est dans cet état de plus grande dissociation qui est propre au second spectre. La petite raie intermédiaire n'avait pas de correspondante dans le spectre que j'ai obtenu. »

ASTRONOMIE. — *Observation spectrale de l'étoile* R *des Gémeaux*. Lettre du P. SECCHI à M. le Secrétaire perpétuel.

« Rome, ce 12 février 1869.

» Permettez-moi de vous annoncer une observation qui me paraît assez importante, au point de vue de la spectroscopie des corps célestes.

» Il y a quelques jours, j'ai reçu de M. Schönfeld son Catalogue d'étoiles variables : il m'invitait indirectement à m'occuper de leur spectre à l'époque du maximum qu'il avait calculé. Il signalait surtout l'étoile R des Gémeaux ($AR = 6^h 59^m 22^s$, $\delta = 22° 54'$), qui, selon ses calculs, devait arriver à la grandeur 6,5 en février courant. J'en ai fait immédiatement l'observation, et je viens de trouver qu'elle est des plus intéressantes. L'étoile, les 9, 10 et 11 courant, n'était que de huitième grandeur : pendant la dernière soirée elle m'a paru plus belle, mais les brouillards m'ont un peu contrarié. Sa couleur est d'une belle nuance d'or. Le spectre est un de ces rares exemples où la raie de l'hydrogène est brillante! C'est le troisième que j'aie trouvé dans le ciel. Elle présente encore d'autres bandes lumineuses, dont les principales correspondent à des bandes obscures dans le spectre de α Orion : ces bandes sont situées dans la région du magnésium (b), dans une position intermédiaire entre b et D. L'imparfaite transparence de notre atmosphère, pendant ces jours derniers, m'a empêché de mieux déterminer ces bandes, elles appartiennent, du reste, à un spectre encore très-faible. Si, comme tout le fait espérer, la lumière augmentait, on pourrait les mieux fixer.

» Ce qui rend cette étoile plus importante, c'est qu'elle serait, pour son spectre, pareille à l'étoile temporaire de la Couronne qui a paru en 1866, et que je n'ai pu observer alors, faute d'en être averti. J'espère que les astronomes qui ont à leur disposition des moyens plus puissants que les miens voudront bien surveiller cette importante étoile.

» Pour le moment, il me paraît évident que la théorie émise par M. Kirchhoff sur les raies spectrales, si elle est incontestable pour une certaine classe d'astres, n'est pas aussi générale qu'on l'a cru jusqu'ici. Les faits signalés dans ma dernière communication et dans la communication actuelle me paraissent démontrer que, outre les raies brillantes, résidus d'une non-absorption sur les radiations d'un corps incandescent central, il faut admettre d'autres raies lumineuses diverses, produites par la combustion de certaines substances.

» Si l'étoile R des Gémeaux augmente de lumière, il est possible qu'elle nous présente des phases très-intéressantes sous ce rapport : c'est pourquoi elle me paraît avoir une grande importance. »

M. Larrey entretient l'Académie de l'intérêt que lui paraît présenter l'ensemble des documents contenus dans la collection de la « Statistique médicale de l'armée anglaise » et s'exprime comme il suit :

« La *Statistique médicale de l'armée anglaise* que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie des Sciences, de la part du Directeur général du service de santé militaire britannique, forme aujourd'hui une collection de Rapports annuels, en huit volumes compactes, remplis de tableaux et de documents officiels les plus complets.

» Cette collection statistique, commencée il y a dix ans et soumise à l'approbation des deux Chambres du Parlement, a été entreprise alors, sous l'autorité de M. J.-B. Gibson, Directeur général, depuis 1859 jusqu'en 1866 inclusivement, et se continue, depuis cette époque, sous la direction de M. le Dr Logan, qui a bien voulu, d'après ma demande, m'adresser cette importante publication, pour l'offrir à l'Académie.

» Chaque volume contient les Rapports annuels de statistique sanitaire, divisés dans l'ordre suivant :

» *État de la santé des troupes :* 1° dans le Royaume-Uni; 2° dans la Méditerranée; 3° dans l'Amérique anglaise; 4° dans les Indes occidentales; 5° dans l'Afrique occidentale; 6° à l'île de Sainte-Hélène; 7° au cap de Bonne-Espérance; 8° à Maurice; 9° à Ceylan; 10° dans les Colonies Australiennes; 11° en Chine; 12° dans l'Inde, à Bombay, à Madras, au Bengale; 13° à bord des navires; 14° au point de vue comparé entre les armées anglaise et française; 15° parmi les femmes des soldats.

» Chaque groupe distinct comprend, d'après des Rapports officiels des chefs de service, des tableaux du recrutement, des vaccinations, des maladies, des réformes et des pensions de retraite, de l'admission aux Invalides, de la mortalité, suivant les garnisons distinctes et les diverses influences, telles que l'âge en particulier, ainsi que des remarques sur les principaux éléments de cette Statistique.

» Les Rapports à l'appui des documents officiels, fournis par divers médecins ou chirurgiens de l'armée, au point de vue principalement de la topographie médicale, des prédominances morbides et des maladies épidémiques dans chaque station militaire, donnent à ces Rapports beaucoup de valeur et d'intérêt.

» Une longue série d'observations cliniques bien choisies sur la médecine et la chirurgie militaires, des travaux d'hygiène pratique sur les moyens de conservation de la santé des troupes, sur la fréquence des maladies vénériennes, sur la désinfection des casernes, sur la salubrité des hôpitaux et des ambulances, sur la ventilation des navires, sur l'examen des recrues et des renseignements divers sur la situation du service; des ordres généraux, des désignations spéciales et des états de mouvement dans le corps de santé, tel est l'ensemble des matières contenues dans chaque volume de cet utile recueil, digne d'une longue analyse.

» Les volumes publiés à l'époque de la guerre de Crimée offrent un intérêt de plus, par l'importance des documents nombreux, par l'exposé des moyens de conservation ou d'hygiène militaire et par les résultats les plus inespérés de leur application, en même temps que des recherches exactes sur les grandes épidémies et la mortalité signalent des différences notables entre les armées anglaise et française. »

« M. Daubrée présente à l'Académie des météorites provenant de la chute qui a eu lieu le 1er janvier 1869, à Hessle, aux environs d'Upsal (Suède).

» Elles sont offertes à la Collection du Muséum d'Histoire naturelle, au nom de l'Université d'Upsal, par M. le professeur Nordenskiöld, Membre de l'Académie des Sciences de Stockholm et Directeur du Musée minéralogique de cette ville, ainsi que par M. Fredholm, candidat de philosophie à l'Université d'Upsal.

» Ces météorites appartiennent au type le plus commun et ressemblent particulièrement à celles qui sont tombées à Montréjeau (Haute-Garonne), le 9 décembre 1858. Comme d'ailleurs elles doivent être l'objet d'une Notice spéciale qui se prépare en Suède, on ne mentionnera ici qu'une seule particularité : c'est l'extrême petitesse de quelques-unes d'entre elles.

» En même temps que des météorites présentant des dimensions fréquentes, telles que celles d'un œuf de poule ou d'une noix, on en a trouvé qui sont de la grosseur d'un pois et moindres encore (les deux plus petites de celles que nous avons reçues pèsent 0gr,60 et 0gr,17). Jusqu'à présent on n'en avait sans doute pas recueilli d'aussi petites dimensions; ce qui s'explique par la difficulté d'apercevoir de tels échantillons au milieu des terrains meubles qui composent en général la surface du sol. Leur découverte témoigne du soin extrême avec lequel elles ont été, cette fois, recherchées;

elles serviront en même temps d'avertissement pour ne pas négliger les menues parcelles lors des chutes futures.

» Chacun de ces petits échantillons n'est pas, comme on pourrait le croire, un fragment produit par le choc sur le sol; il est entièrement enveloppé d'une croûte frittée, et, par conséquent, constitue une météorite *complète*. Ils ne sont donc pas à assimiler aux matières météoriques plus ténues, qu'on a recueillies à diverses occasions, sous forme de poussière, et dont le mode de pulvérisation s'est produit dans des conditions spéciales : pour ces très-petites météorites de Hessle, elles ont été visiblement concassées, avant de subir la fusion superficielle.

» Parmi les faits dignes d'intérêt, auxquels conduisent ces météorites du dernier ordre de grosseur, c'est-à-dire inférieurs à 1 gramme, il en est quatre qui peuvent être signalés ici : d'abord la circonstance que la résistance de l'air n'en pas a opéré le départ, jusqu'à une grande distance, des météorites plus grosses; en second lieu, qu'aussi bien que les plus grosses, elles ont la forme de *fragments*, à arêtes légèrement émoussées; en outre, qu'à l'intérieur, elles présentent la même nature minéralogique et la même structure que les plus grosses; enfin, que la croûte y offre les mêmes caractères et la même épaisseur que sur celles-ci. Cette dernière circonstance est instructive, au point de vue de la formation de la croûte, due bien évidemment, d'après ce dernier fait, comme d'après d'autres qui ont été signalés antérieurement, à une fusion instantanée. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section de Géographie et Navigation, en remplacement de *M. Dallas Bache*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 52,

M. Livingstone obtient	48	suffrages.
M. Gould.	3	»
M. Cialdi.	1	»

M. Livingstone, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la formation d'une liste de candidats qui doit être présentée à M. le Ministre de l'Instruction

publique pour la chaire de Zoologie (Annélides, Mollusques et Zoophytes), vacante au Muséum d'Histoire naturelle.

Au premier tour de scrutin, destiné à choisir le premier candidat, le nombre des votants étant 53,

M. Deshayes obtient . . . . 46 suffrages.
M. L. Vaillant. . . . . 7 »

Au second tour de scrutin, destiné à choisir le second candidat, le nombre des votants étant 43,

M. L. Vaillant obtient. . . . . 38 suffrages.
M. Baudelot . . . . 1 »
M. Fischer.. . . . . 1 »

Il y a trois billets blancs.

En conséquence, la liste des candidats présentés par l'Académie comprendra :

En première ligne. . . . . **M. Deshayes**;
En seconde ligne . . . . **M. L. Vaillant**.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. Jacquemin adresse une Note concernant l'alimentation des animaux.

(Renvoi à la Section d'Économie rurale.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, une brochure de *M. Zantedeschi* concernant les « températures minima, maxima et moyennes obtenues par les observations faites dans cinquante-cinq stations, comprises entre 36°24′ et 47° de latitude boréale, et entre 24°48′ et 36°8′ de longitude orientale ». Cette brochure est imprimée à Padoue par M. Bianchi, au mois de juillet 1864.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, une brochure de *M. Roger* qui a pour titre « Note sur

les courbures des surfaces », et donne lecture du passage suivant de la Lettre d'envoi :

« On a proposé de mesurer la courbure d'une surface en un point donné, soit par le produit $\frac{1}{AB}$, soit par la moyenne $\frac{1}{2}\left(\frac{1}{A}+\frac{1}{B}\right)$ des courbures extrêmes. Mais, dans le premier cas, on serait conduit à attribuer une courbure nulle à toute surface développable; dans le second cas, la courbure serait nulle pour toute surface convexo-concave dont les lignes de courbure auraient même rayon. Telle n'est pas évidemment l'idée qu'on doit se faire de la courbure d'une surface.

» Si l'on conçoit, autour d'un point M, toutes les sections normales que l'on peut tracer sur une surface, et qu'on leur attribue une longueur l variable avec l'orientation μ de la section, l'ensemble de ces longueurs ou *étendues linéaires* déterminera autour du point M une *étendue superficielle* mesurée par l'intégrale $\frac{1}{2}\int_0^{2\pi} l^2\,d\mu$. D'après cela, si l'on veut s'élever de la notion de la courbure linéaire à celle de la courbure superficielle, de la même manière que l'on s'élève de la notion de l'étendue linéaire à celle de l'étendue superficielle, il est clair que l'on devra mesurer ou définir la courbure de la surface en M au moyen de l'intégrale $\frac{1}{2}\int_0^{2\pi}\frac{d\mu}{\gamma^2}$, dans laquelle $\frac{1}{\gamma}$ est la courbure linéaire de la section principale dont l'orientation est μ. Un théorème bien connu, dû à Euler, donne tout de suite

$$\frac{1}{2}\int_0^{2\pi}\frac{d\mu}{\gamma^2}=\frac{1}{2}\int_0^{2\pi}\left(\frac{\cos^2\mu}{A}+\frac{\sin^2\mu}{B}\right)^2 d\mu=\frac{3\pi}{8}\left(\frac{1}{A^2}+\frac{2}{3AB}+\frac{1}{B^2}\right).$$

» La courbure superficielle, ainsi définie, joue un rôle essentiel dans quelques questions de géométrie pure ou de physique mathématique que j'ai indiquées. Je me borne à énoncer ici ce théorème, qui découle immédiatement de l'équation précédente et me paraît justifier, en quelque sorte, la définition proposée : *La courbure d'une surface ne peut être nulle que si les deux rayons de courbure principaux, et par suite tous les rayons de courbure, sont infinis, auquel cas la surface se réduit à un plan.* »

ASTRONOMIE. — *Observations spectrales prises pendant l'éclipse du 18 août 1868, et méthode d'observation des protubérances en dehors des éclipses; par* M. Janssen. (Ce Rapport, plus étendu que les Notes qui ont été insérées jusqu'ici, avait subi un retard considérable par suite d'une erreur postale, et n'est parvenu que ce matin même à M. le Secrétaire perpétuel.) (1).

« Calcutta, 3 octobre 1868.

» J'ai eu l'honneur d'écrire à l'Académie, le 19 septembre dernier, pour lui donner des nouvelles sommaires de ma mission. Aujourd'hui, je désire lui adresser un Rapport plus complet sur mes observations pendant la grande éclipse du 18 août dernier.

I.

» Le paquebot des Messageries impériales qui m'amenait de France m'a débarqué à Madras, le 16 janvier, sur la côte de Coromandel. A Madras, j'ai été reçu par les autorités anglaises avec une grande courtoisie. Lord Napier, gouverneur de la province de Madras, me fit conduire à Masulipatam sur un vapeur de l'État. M. Graham, collecteur adjoint, fut attaché à ma mission pour aplanir toutes les difficultés que je pourrais rencontrer dans l'intérieur.

» Il me restait à choisir ma station.

» Si l'on jette les yeux sur une carte de l'éclipse, on voit que la ligne de la centralité, après avoir traversé le golfe du Bengale, pénètre sur la côte est du continent indien à la hauteur de Masulipatam; elle coupe les bouches de la Kistna, traverse de grandes plaines formées par le delta de ce fleuve, et s'engage ensuite dans un pays élevé, contenant plusieurs chaînes situées à la frontière de l'État indépendant du Nizzam.

» D'après l'ensemble des informations très-nombreuses recueillies et discutées, je fus conduit à choisir la ville de Guntoor, placée sur la ligne centrale à égale distance des montagnes et de la mer; j'évitais ainsi les brumes marines très-fréquentes à Masulipatam et les nuages qui couronnent souvent les pics élevés.

» Guntoor est une ville indienne assez importante, centre d'un grand commerce de coton. Ces cotons viennent en partie des États du Nizzam et passent en Europe par les ports de Cocanada et Masulipatam. Plusieurs

(1) L'Académie a décidé que le Rapport de M. Janssen, bien que dépassant en étendue les limites réglementaires, serait inséré en entier au *Compte rendu*.

familles de négociants français résident à Guntoor; elles descendent pour la plupart de ces anciennes et nombreuses familles qui, au siècle passé, faisaient fleurir nos belles colonies de l'Inde.

» Mon observatoire fut établi chez M. Jules Lefaucheur, qui voulut mettre à ma disposition tout le premier étage de sa maison, la plus élevée et la mieux située de Guntoor. Les pièces de ce premier étage communiquaient avec une large terrasse, sur laquelle je fis élever une construction provisoire répondant aux exigences de nos observations.

» Mes instruments consistaient en plusieurs grandes lunettes de 6 pouces d'ouverture et un télescope Foucault de 21 centimètres de diamètre (1).

» Les lunettes étaient montées sur un même plateau, qui les rendait solidaires. Le mouvement général était communiqué par un mécanisme construit par MM. Brunner frères, qui permettait de suivre le Soleil par un simple mouvement de rappel. L'appareil était muni de chercheurs de 2 pouces et de 2 $\frac{3}{4}$ pouces d'ouverture, formant eux-mêmes de bonnes lunettes astronomiques. En analyse spectrale céleste, les chercheurs ont une importance toute particulière; c'est par leur intermédiaire qu'on sait sur quel point précis de l'objet étudié se trouve la fente du spectroscope de la lunette principale. Il importe donc que les fils réticulaires ou, en général, les points de repère placés dans le champ du chercheur soient réglés très-rigoureusement sur la fente de l'appareil spectral. Tous mes soins avaient été apportés pour atteindre ce but capital. Des micromètres spéciaux devaient permettre, en outre, de mesurer rapidement la hauteur et l'angle de position des protubérances. Quant aux spectroscopes adaptés aux grandes lunettes, je les avais choisis de pouvoirs optiques différents, afin de pouvoir répondre aux diverses exigences des phénomènes de l'éclipse. Enfin, tout l'appareil (2) portait, du côté des oculaires, des écrans en toile noire formant chambre obscure et destinés à conserver à la vue toute sa sensibilité.

» Indépendamment de ces instruments, consacrés à l'observation principale, j'avais une riche collection de thermomètres d'une grande sensibilité, construits avec talent par M. Baudin (3), des lunettes portatives, des

(1) Le miroir de ce télescope avait été parabolisé par M. Martin, qui a voulu donner ainsi un concours désintéressé à notre expédition.

(2) MM. Bardou et Secretan m'avaient obligeamment prêté deux des quatre objectifs de 6 pouces que j'avais avec moi. M. Bardou m'avait fourni la majeure partie des instruments de cet appareil. Je citerai aussi M. Wentzel pour le talent qu'il montre chaque jour dans le travail de mes prismes.

(3) Parmi ces thermomètres s'en trouvait un construit, sur mes indications, par M. Baudin

hygromètres, baromètres, etc. Aussi ai-je pu utiliser le bon vouloir de MM. Jules, Arthur et Guillaume Lefaucheur, qui se mirent à ma disposition pour les observations secondaires. M. Jules Lefaucheur, exercé au maniement du crayon, se chargea du dessin de l'éclipse. Une excellente lunette de 3 pouces, munie de réticules, fut mise à sa disposition; il s'en servit d'avance et s'exerça, sur des représentations artificielles d'éclipses, à reproduire d'une manière rapide et sûre les phénomènes qu'il aurait à représenter. La mesure des températures fut confiée à M. Arthur Lefaucheur, qui devait aussi, au moment de la totalité, par une expérience très-simple de photométrie, nous faire connaître le pouvoir lumineux des protubérances et de l'auréole.

» J'étais assisté, dans mes observations propres, par M. Rédier, jeune aspirant au grade d'officier, que M. le Commandant du paquebot *l'Impératrice* avait bien voulu mettre à ma disposition. Le concours de M. Rédier, doué d'ailleurs de dispositions heureuses pour les sciences d'observation, m'a été fort utile.

» Le temps qui nous resta avant l'éclipse fut employé à des études et à des répétitions préliminaires; elles eurent l'avantage de familiariser tout le monde avec le maniement des instruments et me fournirent l'occasion de nombreux perfectionnements de détail.

II.

» L'éclipse approchait et le temps ne semblait pas devoir nous favoriser; il pleuvait depuis longtemps sur toute la côte. On considérait ces pluies comme exceptionnelles. Bien heureusement le temps se remit peu à peu avant le 18. Le jour de l'éclipse, le Soleil brilla dès son lever, bien qu'il fût encore dans une couche de vapeurs; il s'en dégagea bientôt, et, au moment où nos lunettes nous signalaient le commencement de l'éclipse, il brillait de tout son éclat.

» Chacun était à son poste. Les observations commencèrent immédiatement.

» Pendant les premières phases, quelques légères vapeurs vinrent passer sur le Soleil; elles nuisirent à la netteté des mesures thermométriques; mais, quand le moment de la totalité approcha, le ciel reprit une pureté suffisante.

» Cependant la lumière baissait visiblement; les objets semblaient éclairés par un clair de Lune. L'instant décisif approchait et on l'attendait

sur le plan des thermomètres différentiels de Walferdin, mais dont le réservoir n'avait pas plus de 1 millimètre de diamètre.

avec une certaine anxiété; cette anxiété n'ôtait rien à nos facultés, elle les surexcitait plutôt, et d'ailleurs elle se trouvait bien justifiée et par la grandeur du phénomène que la nature nous préparait, et par le sentiment que les fruits de longs préparatifs et d'un grand voyage allaient dépendre d'une observation de quelques instants.

» Bientôt le disque solaire se trouve réduit à une mince faucille lumineuse. On redouble d'attention. Les fentes spectrales de l'appareil des 6 pouces sont rigoureusement tenues en contact avec la portion du limbe lunaire qui va éteindre les derniers rayons solaires, de manière que ces fentes soient amenées par la Lune elle-même dans les plus basses régions de l'atmosphère solaire quand les deux disques seront tangents.

» L'obscurité a lieu tout à coup, et les phénomènes spectraux changent aussitôt d'une manière bien remarquable.

» Deux spectres formés de cinq ou six lignes très-brillantes, rouge, jaune, verte, bleue, violette, occupent le champ spectral, et remplacent l'image prismatique solaire qui vient de disparaître. Ces spectres hauts d'environ une minute se correspondent raie pour raie; ils sont séparés par un espace obscur où je ne distingue aucune raie brillante sensible. Le chercheur montre que ces deux spectres sont dus à deux magnifiques protubérances qui brillent maintenant à droite et à gauche de la ligne des contacts où vient d'avoir eu lieu l'extinction. L'une d'elle surtout, celle de gauche, est d'une hauteur de plus de 3 minutes; elle rappelle la flamme d'un feu de forge, sortant avec force des ouvertures du combustible, poussée par la violence du vent. La protubérance de droite (bord occidental) présente l'apparence d'un massif de montagnes neigeuses, dont la base reposerait sur le limbe de la Lune, et qui seraient éclairées par un Soleil couchant. Ces apparences ont été décrites avec soin par M. Jules Lefaucheur; je ferai seulement remarquer avant de quitter le sujet des protubérances, sur lequel j'aurai à revenir d'une manière spéciale, que l'observation précédente montre immédiatement :

» 1° La nature gazeuse des protubérances (raies spectrales brillantes);

» 2° La similitude générale de leur composition chimique (spectres se correspondant raie pour raie);

» 3° Leur espèce chimique (les raies rouge et bleue de leur spectre n'étaient autres que les raies C et F du spectre solaire caractérisant, comme on sait, le gaz hydrogène).

» Revenons maintenant à l'espace obscur qui séparait les deux spectres protubérantiels. On se rappelle qu'au moment de l'obscurité totale, les

fentes spectrales étaient tangentes aux deux disques solaire et lunaire; elle traversait donc les régions circumsolaires immédiatement en contact avec la photosphère, régions où la théorie de M. Kirchhoff place l'atmosphère de vapeurs qui produisent par absorption élective les raies obscures du spectre solaire. Cette atmosphère de vapeurs, quand elle brille de sa lumière propre, doit, suivant la même théorie, donner le spectre solaire renversé, c'est-à-dire uniquement formé de raies brillantes. C'est le phénomène que nous attendions ou, du moins, que nous cherchions à vérifier; et c'est pour rendre cette vérification décisive que j'avais accumulé tant de précautions. Mais on vient de voir que les protubérances seules donnèrent des spectres positifs ou à raies brillantes. Or, il est bien constant que, si une atmosphère formée des vapeurs de tous les corps qu'on a reconnus dans le Soleil existait réellement autour de la photosphère, elle eût donné un spectre au moins aussi brillant que celui des protubérances, formées de gaz beaucoup plus subtils et dès lors moins lumineux. Il faut donc admettre : ou que cette atmosphère n'existe pas, ou que sa hauteur est si faible qu'elle a échappé aux observations.

» Je dois dire, au reste, que ce résultat m'a peu surpris. Mes études sur le spectre solaire m'avaient amené à douter de la réalité d'une importante atmosphère autour du Soleil, et je suis de plus en plus porté à admettre que les phénomènes d'absorption élective, rejetés par le grand physicien d'Heidelberg dans une atmosphère extérieure au Soleil, ont lieu au sein même de la photosphère, dans les vapeurs où nagent les particules solides et liquides des nuages photosphériques. Cette manière de voir serait non-seulement en harmonie avec la belle théorie que nous devons à M. Faye, sur la constitution de la photosphère, mais il semble même qu'elle en découle d'une manière nécessaire.

» En résumé, l'éclipse du 18 août a montré, suivant moi, que la constitution du spectre solaire est insuffisamment expliquée par la théorie admise jusqu'ici, et c'est dans le sens indiqué ci-dessus que je propose de la réviser.

III.

» Je reviens maintenant aux protubérances.

» Pendant l'obscurité totale, je fus extrêmement frappé du vif éclat des raies protubérantielles; la pensée me vint aussitôt qu'il serait possible de les voir en dehors des éclipses. Malheureusement, le temps qui se couvrit après le dernier contact ne me permit de rien tenter pour ce jour-là. Pendant la nuit, la méthode et ses moyens d'exécution se formulèrent nette-

ment dans mon esprit. Le lendemain 19, levé à 3 heures du matin, je fis tout disposer pour les nouvelles observations.

» Le Soleil se leva très-beau; aussitôt qu'il fut dégagé des plus basses vapeurs de l'horizon, je commençai à l'explorer. Voici comment je procédai. Par le moyen du chercheur de ma grande lunette, je plaçai la fente du spectroscope sur le bord du disque solaire dans les régions même où la veille j'avais observé les protubérances lumineuses. Cette fente, placée en partie sur le disque solaire et en partie en dehors, donnait par conséquent deux spectres : celui du Soleil et celui de la région protubérantielle. L'éclat du spectre solaire était une grande difficulté; je la tournai en masquant dans le spectre solaire le jaune, le vert et le bleu, les portions les plus brillantes. Toute mon attention était dirigée sur la ligne C, obscure pour le Soleil, brillante pour la protubérance et qui, répondant à une partie moins lumineuse du spectre, devait être beaucoup plus facilement perceptible.

» J'étais depuis peu de temps à étudier la région protubérantielle du bord occidental quand j'aperçus tout à coup une petite raie rouge, brillante, de 1 à 2 minutes de hauteur, formant le prolongement rigoureux de la raie obscure C du spectre solaire. En faisant mouvoir la fente du spectroscope, de manière à balayer méthodiquement la région que j'explorais, cette ligne persistait, mais elle se modifiait dans sa longueur et dans l'éclat de ses diverses parties, accusant ainsi une grande variabilité dans la hauteur et dans le pouvoir lumineux des diverses régions de la protubérance.

» Cette exploration fut faite à trois reprises différentes, et toujours la ligne brillante apparut dans les mêmes circonstances. M. Rédier, qui m'assistait avec beaucoup de zèle dans cette recherche, la vit comme moi, et bientôt nous pûmes même en prédire l'apparition par la seule connaissance des régions explorées. Peu après, je constatai que la raie brillante F se montrait en même temps que C.

» Dans l'après-midi, je revins encore à la région étudiée le matin; les lignes brillantes s'y montrèrent de nouveau, mais elles accusaient de grands changements dans la distribution de la matière protubérantielle; les lignes se fractionnaient quelquefois en tronçons isolés, qui ne se réunissaient pas à la ligne principale, malgré les déplacements de la fente d'exploration. Ce fait indiquait l'existence de nuages isolés, qui s'étaient formés depuis le matin. Dans la région de la grande protubérance, je trouvai quelques lignes brillantes, mais leur longueur et leur distribution accusaient, là aussi, de grands changements.

» Ainsi se trouvait démontrée la possibilité d'observer les raies des protubérances en dehors des éclipses, et d'y trouver une méthode pour l'étude de ces corps.

» Ces premières observations montraient déjà que les coïncidences des raies C et F étaient bien réelles, et, dès lors, que l'hydrogène formait en effet la base de ces matières circumsolaires. Elles établissaient, en outre, la rapidité des changements que ces corps éprouvent, changements qui ne pouvaient être que pressentis pendant les si courtes observations des éclipses.

» Les jours suivants je mis à profit toutes les occasions que pouvait m'offrir l'état du ciel pour appliquer la nouvelle méthode et la perfectionner, autant du moins que le permettaient les instruments qui n'avaient pas été construits à ce point de vue tout nouveau.

» En suivant avec beaucoup d'attention les lignes protubérantielles, j'ai quelquefois observé qu'elles pénètrent dans les lignes obscures du spectre solaire, accusant ainsi un prolongement de la protubérance sur le globe solaire lui-même. Ce résultat était facile à prévoir, mais l'interposition de la Lune en eut toujours rendu la constatation impossible pendant les éclipses.

» Je rapporterai encore ici une observation faite le 4 septembre par un temps favorable, et qui montre avec quelle rapidité les protubérances se déforment et se déplacent.

» A $9^h 50^m$, l'exploration du Soleil indiquait un amas de matière protubérantielle dans la partie inférieure du disque. Pour en déterminer la figure, je me servis d'une méthode qu'on pourrait appeler *chronométrique*, parce que le temps y intervient comme élément de mesure.

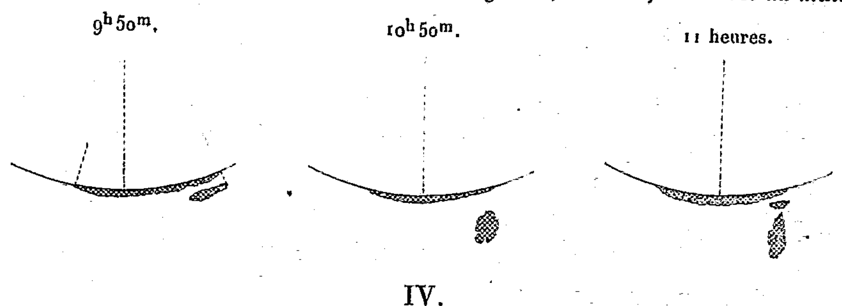
» Dans cette méthode, on place la lunette dans une position fixe, choisie de manière que par l'effet du mouvement diurne, toutes les parties de la région à explorer viennent successivement passer devant la fente du spectroscope. On note alors, pour chaque instant déterminé, la longueur et la situation des lignes protubérantielles qui se produisent successivement. Le temps que le disque solaire met à traverser la fente diurne donne la valeur de la seconde en minute d'arc. Cette donnée, combinée avec la longueur des lignes protubérantielles estimées suivant la même unité (1), fournit les éléments d'une représentation graphique de la protubérance.

» L'application de cette méthode à l'étude de la région solaire dont je

(1) Cette estimation s'obtient d'une manière facile, en plaçant sur la fente du spectroscope deux fils dont l'écartement, réglé sur le foyer de la Lunette collectrice, représente un nombre déterminé de minutes d'arc.

viens de parler, indiquait une protubérance s'étendant sur une longueur d'environ 30 degrés, dont 10 degrés à l'orient du diamètre vertical et 20 degrés à l'occident. Vers l'extrémité de la portion occidentale un nuage considérable s'élevait à $1\frac{1}{2}$ minute du globe solaire. Ce nuage, long de plus de 2 minutes, large de 1 minute, s'étendait parallèlement au limbe. Une heure après (à $10^h 50^m$) un nouveau tracé montra que le nuage s'était élevé rapidement, prenant la forme globulaire. Mais les mouvements devinrent bientôt plus rapides encore, car dix minutes après, c'est-à-dire à 11 heures, le globe s'était énormément allongé dans le sens normal au limbe solaire ou perpendiculaire à la première direction. Un petit amas de matière s'en était détaché à la partie inférieure, et se trouvait suspendu entre le Soleil et le nuage principal. Le temps qui se couvrit ne me permit pas de poursuivre plus loin mes recherches.

Protubérance solaire observée le 4 septembre, à $9^h 50^m$, $10^h 50^m$, 11 heures du matin.



IV.

» Résumons ces observations.

» Considérée d'abord dans son principe, la nouvelle méthode repose sur la différence des propriétés spectrales de la lumière des protubérances et de la photosphère. La lumière photosphérique, émanée de particules solides ou liquides incandescentes, est incomparablement plus puissante que celle des protubérances, due à un rayonnement gazeux. Aussi a-t-il été jusqu'ici à peu près impossible d'apercevoir les protubérances en dehors des éclipses. Mais on peut renverser les termes de la question en s'adressant à l'analyse spectrale. En effet, la lumière solaire se distribue par l'analyse dans toute l'étendue du spectre, et, par là, s'affaiblit beaucoup ; les protubérances, au contraire, ne fournissent qu'un petit nombre de faisceaux, dont l'intensité reste très-comparable aux rayons solaires correspondants. C'est ainsi que les raies protubérantielles sont perçues très-facilement dans le champ spectral, sous le spectre solaire, tandis que les images directes des protubérances sont comme écrasées par la lumière éblouissante de la photosphère.

» Une circonstance fort heureuse pour la nouvelle méthode vient s'ajouter à ces données favorables. En effet, les raies lumineuses des protubérances correspondent à des raies obscures du spectre solaire. Il en résulte que, non-seulement on les aperçoit plus facilement dans le champ spectral, sur les bords du spectre solaire, mais qu'il est même possible de les voir dans l'intérieur de ce spectre, et, par conséquent, de suivre la trace des protubérances sur le globe solaire même.

» Au point de vue de la détermination de l'espèce chimique, les procédés suivis pendant les éclipses totales comportaient toujours une certaine incertitude: en l'absence de la lumière solaire, on était obligé de recourir à l'intermédiaire des échelles pour fixer la position des raies des protubérances. La nouvelle méthode permet de comparer directement les raies protubérantielles aux raies solaires. Les identifications sont alors absolument certaines.

» Au point de vue des résultats obtenus pendant la courte période où elle a été appliquée, la méthode spectro-protubérantielle a permis de constater :

» 1° Que les protubérances lumineuses observées pendant les éclipses totales appartiennent incontestablement aux régions circumsolaires;

» 2° Que ces corps sont formés d'hydrogène incandescent et que ce gaz y prédomine, s'il n'en forme la composition exclusive;

» 3° Que ces corps circumsolaires sont le siége de mouvements dont aucun phénomène terrestre ne peut donner une idée, des amas de matière dont le volume est plusieurs centaines de fois plus grand que celui de la Terre se déplaçant et changeant complétement de forme dans l'espace de quelques minutes.

» Tels sont les principaux résultats obtenus. J'espère que malgré l'état de ma vue, fatiguée par mes longues études sur la lumière, je pourrai continuer ces travaux. J'aurai l'honneur de soumettre les résultats à l'Académie.

» J'ajouterai, en terminant, que j'ai eu l'occasion de continuer aussi mes études sur le spectre de la vapeur d'eau. Le climat de l'Inde, très-humide en ce moment, est très-favorable à ces recherches. Je suis conduit à attribuer au spectre de cette vapeur une importance tous les jours plus grande; l'ensemble de mes études à Paris et ici m'amènent à reconnaître une action élective sur l'ensemble des radiations solaires, depuis les rayons observés jusqu'aux rayons ultra-violets, bien que, dans le violet, l'action élective soit beaucoup plus difficile à constater. Ces études formeront l'objet d'une communication séparée. »

M. le Secrétaire perpétuel, après avoir donné connaissance de ce Rapport à l'Académie, communique une Lettre qu'il vient de recevoir de *M. Janssen*, et qui est datée de Simla, du 13 janvier. M. Janssen exprimait son étonnement et son profond regret que le Rapport qu'on vient de lire ne fût pas parvenu : il craignait surtout que ce silence de sa part eût pu être attribué à un manque d'égards pour l'Académie.

M. Janssen annonce, en terminant, une Lettre prochaine « sur la présence de la vapeur d'eau dans les planètes et dans les étoiles. »

PHYSIQUE. — *Sur les raies d'absorption produites dans la lumière solaire par le passage au travers du chlore.* Note de **M. Morren**.

« On sait que toutes les vapeurs colorées, telles que celles de l'iode, du brome, des acides hypo-azotique, chlorochromique, etc., jouissent de la propriété, quand on les place sur le trajet d'un rayon solaire, de produire dans le spectre des raies d'absorption nombreuses, variées et caractéristiques. Pour le chlore seul, cette influence n'avait pas été constatée.

» Un des derniers expérimentateurs qui se sont occupés de cette question, M. E. Robiquet, a décrit avec beaucoup de soin les raies produites par les vapeurs colorées; mais, à propos du chlore, il dit (*Comptes rendus*, 31 octobre 1859) : « Avec le chlore sec, il ne se produit pas la plus petite » apparence de raies, même avec un tube de $4^{m},50$ de long, etc., etc. » Cela est vrai lorsqu'on n'emploie qu'un spectroscope de faible pouvoir et à un seul prisme, bien qu'en y regardant de très-près on sente un affaiblissement de lumière; mais il n'en est plus ainsi, et les raies deviennent au contraire très-faciles à apercevoir, avec un appareil plus puissant.

» Voici, en quelques mots, comment l'expérience a été faite et peut être répétée. J'ai pris un tube de 2 mètres seulement, rempli de chlore sec et fermé aux deux extrémités par deux glaces parallèles à la manière des tubes de saccharimètre. Craignant des résistances dans l'observation, car j'étais persuadé que les raies existaient, je pouvais, par deux miroirs métalliques appliqués convenablement contre les glaces parallèles, observer à volonté, soit le rayon solaire direct, soit un rayon solaire de moindre épaisseur qui avait traversé trois fois le tube après 2 réflexions consécutives. Mais cela n'a pas été nécessaire, car, avec deux mètres seulement de parcours, le rayon solaire laisse très-aisément apercevoir les raies du chlore, en employant un spectroscope de cinq prismes de 60 degrés en flint très-dispersif, fabriqués avec la perfection qu'on connaît à M. Hoffman.

» Voici comment ces raies sont disposées dans le spectre solaire; je les ai dessinées en regard du spectre publié par M. Kirchhoff. Elles commencent à être visibles dans la partie verdâtre du spectre qui vient après les grosses raies *b*; on les voit parfaitement à la raie double mentionnée sous le n° 1800. Elles sont variées en force, en finesse et en groupements. Elles laissent quelques légers espaces libres. Elles n'affectent pas d'ordre régulier et elles s'étendent jusqu'au delà de la raie F, vers la raie 2110. Dans les dernières parties, elles sont très-nombreuses et presque équidistantes. Le spectre solaire continue à être visible avec ses raies spéciales, jusqu'au commencement du bleu, vers la raie 2210. Mais au delà tout disparaît, le reste du bleu et la partie violette sont absorbés. Ainsi, l'écran de chlore absorbe complétement la partie colorée du spectre où les rayons chimiques sont les plus abondants. »

GÉOLOGIE. — *Sur une grande carte manuscrite de l'Europe et des contrées adjacentes, dressée d'après le système de la projection gnomonique.* Note de M. F. Foucou, présentée par M. Élie de Beaumont.

« Dans la séance du 23 novembre dernier, M. Henri Sainte-Claire Deville a bien voulu communiquer à l'Académie une Note dans laquelle je faisais connaître le gisement de certains gaz hydrocarbonés qui se trouvent associés aux veines de pétrole de la partie nord-est du continent américain. Ces veines sont intercalées à divers étages des terrains de transition. Cependant les roches stratifiées formées antérieurement au dépôt de la houille n'ont pas seules le privilége de fournir l'huile de pierre : on la rencontre, plus ou moins abondamment, à un grand nombre de niveaux géologiques moins anciens. Les terrains secondaires, surtout le trias et la partie inférieure du jurassique, donnent le pétrole à l'ouest du Mississipi, à Southbury dans le Connecticut, à Gabian dans l'Hérault, et au nord-est de la ville de Hanovre. Le pétrole, à l'état solide, empâte le terrain tertiaire dans l'île de la Trinidad et dans la Limagne d'Auvergne. Le même terrain fournit le pétrole fluide en Galicie, dans le vieux Piémont, le Plaisantin, le Parmesan, le Modenais et la Calabre, à Zante, dans le Péloponèse, en Crimée et sur les bords de la mer Caspienne. Les puits jaillissants eux-mêmes ne sont pas une particularité des formations silurienne, dévonienne et carbonifère; on en a encore découvert un grand nombre dans les roches beaucoup plus récentes de la région du Caucase.

» Dès l'année 1863, M. de Chancourtois, appliquant le réseau penta-

gonal à la coordination des gîtes bitumineux, a fait voir (1) que ces gîtes s'alignent de préférence le long d'un certain nombre de grands cercles de la sphère terrestre qui correspondent à des systèmes de montagnes bien définis. Peu de temps après, j'eus l'occasion de vérifier l'utilité pratique de ce premier essai de groupement, pendant un voyage au versant septentrional des Karpathes. Il me parut, à partir de ce moment, que toute recherche de pétrole sur le terrain devait être éclairée par une étude préalable de la distribution de cette matière bien au delà des limites de la localité choisie pour cette recherche. Mais à une telle étude les globes géographiques ne suffisaient plus, il fallait recourir à des cartes de grandes dimensions projetées dans le système gnomonique. Les avantages de cette projection, qui permet de figurer par une ligne droite un arc de grand cercle quelconque, ont été signalés depuis longtemps par M. Élie de Beaumont, qui en a fait usage pour construire le diagramme du pentagone européen avec une échelle réduite, appropriée au format de l'ouvrage intitulé : *Notice sur les systèmes de montagnes*.

» Avant d'entreprendre l'exécution de la carte que j'ai l'honneur de placer sous les yeux de l'Académie, je me contentai d'agrandir la petite carte de M. Élie de Beaumont, en multipliant toutes les dimensions linéaires par le nombre cinq : sur ce diagramme, vingt-cinq fois plus étendu que le modèle, j'ai pointé tous les gîtes de pétrole qui m'étaient connus. Le canevas ainsi formé ne présentait pas sans doute une précision rigoureuse, parce que les approximations qui étaient suffisantes pour la carte originale donnaient lieu à de petites erreurs appréciables sur la carte agrandie : néanmoins, l'étude de ce canevas permet de constater deux faits qui se reproduisent invariablement dans toutes les régions à pétrole bien caractérisées, et dont l'utilité pratique est évidente :

» 1° La direction générale du gisement est parallèle à la crête de la chaîne de montagnes qui l'avoisine;

» 2° La plus grande richesse du gisement se trouve concentrée vers la zone où la chaîne de montagnes vient expirer dans la plaine.

» Je rappellerai tout de suite, à l'égard de ce dernier fait, qu'il fut prédit, il y a plus de vingt ans, par M. Charles-Sainte-Claire Deville, alors que l'analyse des produits rejetés pendant les éruptions volcaniques lui montrait l'ordre constant qui règne dans la distribution de ces produits, à partir du centre éruptif.

---

(1) *Comptes rendus*, t. LVII, p. 369 et suiv., 421 et suiv., 731 et suiv.

» Au sujet du premier fait, je me contenterai aujourd'hui d'en signaler la reproduction dans les cas suivants :

» Le gisement qui part de la Galicie occidentale et traverse la Bukovine, puis la Moldo-Valachie jusqu'au Danube, dessine exactement *les contours* du vaste fer à cheval figuré par la crête des Karpathes; il en est de même pour la zone pétrolifère du Caucase, qui s'étend, ainsi que la chaîne, presque en droite ligne et sur les deux versants, depuis la Crimée et la presqu'île de Taman sur la mer Noire, jusqu'à Bakou et l'île de Tcheleken sur la côte orientale de la mer Caspienne : l'axe de ce faisceau tombe précisément sur le pic du mont Elbrouz. Le versant septentrional des Apennins présente un gisement de pétrole qui, partant de l'embouchure des dernières vallées piémontaises dans la plaine du Pô, s'étend jusqu'à Reggio, parallèlement à l'arête de la péninsule. Enfin le soulèvement et l'écroulement combinés qui ont formé les Vosges et la plaine du Rhin se sont exercés suivant une direction qui est celle des gîtes de Lobsann, Bechelbrönn et Schwabwiller dans le Bas-Rhin, à Hirtzbach dans le Haut-Rhin : cette ligne, prolongée vers le midi, tombe sur le gîte de naphtoschistes de Dauphin, dans les Basses-Alpes; si on la prolonge au loin vers le nord, elle rallie les puits du Hanovre parmi des roches qui portent les traces d'une action ultérieure du système du Rhin.

» D'après ces résultats, dus au seul agrandissement du petit diagramme de M. Élie de Beaumont, je n'hésitai pas à entreprendre la construction d'une carte plus grande, rendue plus précise par le calcul direct de tous ses éléments. Cette construction a exigé trois années environ et le concours de plusieurs personnes. Je dois ici une mention toute particulière à M. Julien Thoulet, dont la persistance a fini par surmonter de très-nombreuses difficultés d'exécution pratique, difficultés souvent inattendues, parce que ce genre de travail n'avait point été abordé. M. Maunoir, Secrétaire général de la Société de Géographie, a eu l'obligeance de mettre à notre disposition les documents les plus récents et les plus complets. A l'aide de ces documents, M. Judenne, dessinateur au Dépôt des Cartes du Ministère de la Guerre, a tracé avec un soin minutieux les contours des côtes et l'intérieur des continents. Le travail le plus difficile et le plus long a été, sans contredit, l'établissement de la projection, auquel MM. Thoulet et Judenne ont dû consacrer beaucoup plus d'une année. La superficie de la carte est de 4 mètres carrés, en y comprenant les marges; le rayon de la sphère correspondante est de $1^{m},14$, ce qui donne à la partie centrale de la carte une échelle un peu supérieure à $\frac{1}{6\,000\,000}$: le point de tangence du plan de projection avec cette sphère est sensiblement situé au centre de l'Europe,

comme dans le diagramme de M. Élie de Beaumont. Cette carte manuscrite est destinée à recevoir les lignes du pentagone européen, mais seulement après que l'on aura pointé, avec toute l'exactitude possible, les gîtes bitumineux connus dans les différentes parties de l'Europe et des contrées adjacentes, afin d'éviter la cause d'erreur personnelle qui pourrait naître de la vue des systèmes de montagnes les plus manifestes; ce n'est donc jusqu'à présent qu'un outil de travail, destiné, je l'espère, à devenir entre les mains des géologues et des ingénieurs un instrument de découvertes, soit dans la recherche des gîtes miniers, soit dans l'étude de la configuration de la Terre. Pour cela, il faut que la carte manuscrite soit gravée, ce qui exigera encore un certain temps; une fois gravée, elle recevra les teintes géologiques, et acquerra dès lors une valeur plus grande.

» Je saisis cette occasion d'informer l'Académie de l'achèvement des calculs relatifs à une carte de la France, projetée du centre d'une sphère dont le rayon est la millionième partie du rayon de la Terre, sur un plan tangent au point de rencontre du méridien de Paris avec le quarante-cinquième parallèle. L'expérience acquise par l'exécution de la carte de l'Europe autorise l'espoir que la carte de la France pourra être terminée dans le courant de 1869. L'une et l'autre contribueront peut-être à guider les recherches dont le pétrole paraît devoir être l'objet dans l'Europe occidentale, depuis que la science pure s'emploie en France, avec un succès toujours croissant, à introduire les huiles minérales au nombre des combustibles industriels.

» J'ajouterai que pour compléter, par un élément de comparaison rapide et clair, l'ensemble des moyens d'étude que fournit le système gnomonique, je m'occupe d'établir les calculs pour une troisième carte qui embrassera la région des grands lacs de l'Amérique du Nord et une partie de la vallée de l'Ohio, c'est-à-dire les trois zones à pétrole du Canada, de la Pensylvanie et de la Virginie occidentale. Il est à penser que ce nouvel outil ne sera pas dépourvu d'utilité, même pour les recherches sur le continent européen, car certaines parties du massif montagneux des Alleghanys portent la trace de l'action éruptive qui a fait surgir les ballons des Vosges. »

CARTOGRAPHIE. — *Sur les formules et les calculs qui ont servi à construire la grande carte gnomonique de l'Europe et des contrées adjacentes.* Note de M. J. THOULET, présentée par M. Élie de Beaumont.

« M. Élie de Beaumont a tracé le canevas de la petite carte qui figure à la planche V de la *Notice sur les systèmes de montagnes*, en projetant directe-

ment 26 points du pentagone européen et construisant les méridiens par interpolation et les parallèles par points calculés d'après l'équation des sections coniques que représentent ces courbes (1).

» Ce procédé, qui a permis d'obtenir une approximation considérable sur une échelle très-restreinte, eût été moins heureusement approprié aux difficultés de la grande carte que j'ai été chargé de construire. En effet, les points de rencontre des méridiens et des parallèles sont au nombre de 8246 et ont été tous marqués directement d'après le calcul. J'ai donc cherché des formules élémentaires donnant chacun de ces points par un calcul logarithmique aussi prompt et aussi facile que possible.

» En appelant R le rayon de la sphère, L' la latitude du centre du pentagone européen, situé près de Remda en Saxe et regardé comme point de tangence, l la longitude du méridien considéré et d la distance comprise entre le centre et le point où ce méridien coupe la perpendiculaire au méridien de l'origine ou axe, je me suis servi pour l'établissement des méridiens, de la formule

$$d = \mathrm{R} \operatorname{tang} l \cos \mathrm{L}'.$$

» J'ai obtenu ainsi pour chaque méridien depuis 76 degrés ouest jusqu'à 95 degrés est de Paris, une série de points à joindre par des lignes droites à la projection du pôle. Cela ne pouvait suffire pour les méridiens compris entre 76 degrés ouest et 38 degrés ouest, et entre 95 degrés est et 60 degrés est qui coupent la perpendiculaire à l'axe hors des limites de la carte, et même pour tous les autres méridiens représentés par des lignes trop longues pour être tracées avec exactitude d'un seul coup de règle : j'ai donc été obligé de calculer une série de points intermédiaires que j'ai reliés ensuite par des lignes dont l'ensemble a donné chaque fois une seule et même droite.

» Pour construire les parallèles, j'ai choisi comme ordonnée du point d'intersection de chaque méridien avec chaque parallèle, la distance comprise entre cette intersection et le méridien qui passe par Remda. En désignant par R le rayon de la sphère, l la longitude d'un méridien quelconque, λ la latitude d'un parallèle quelconque, φ et ψ deux angles auxiliaires, j'ai trouvé, pour expression de l'ordonnée x de cette intersection, la valeur calculable par logarithmes

$$x = \frac{\mathrm{R} \cos\lambda \cos\varphi \operatorname{tang} l}{\sin(\lambda + \psi)}.$$

(1) Voir *Notice sur les systèmes de montagnes*, p. 1038 et suiv.

» Les 8246 dimensions linéaires qui ont été trouvées à l'aide de la formule précédente n'auraient pu être comptées sur la carte avec précision et rapidité sans l'auxiliaire d'un petit instrument que j'ai fait établir tout exprès. C'est un rectangle de bois, vide à l'intérieur, et dont le grand côté mesure $0^m,35$, longueur reconnue la plus convenable par l'expérience. Les deux grands côtés sont gradués dans le même sens, de demi-millimètre en demi-millimètre, et la ligne des zéros est rigoureusement parallèle aux petits côtés du rectangle. Pour obtenir chacun des points d'intersection, on fait glisser la ligne des zéros le long de l'axe auquel se rapportent les distances trouvées par le cacul, jusqu'à ce que la division qui représente cette distance vienne couper le méridien. On obtient ainsi, avec beaucoup de précision, une suite de points très-rapprochés les uns des autres, et qui, reliés par une courbe, donnent chaque parallèle.

» Mais ce procédé commode, pour les méridiens qui forment un angle assez ouvert avec l'axe de la carte, a présenté une légère indétermination graphique pour les méridiens qui, plus approchés de cet axe, lui sont presque parallèles. Pour ceux-ci, j'ai dû calculer la distance comprise entre l'intersection du parallèle et la projection du pôle. Cette opération pratiquement plus longue et requérant un soin beaucoup plus grand de la part du dessinateur, a été employée entre 10 degrés ouest et 26 degrés est, à partir de 38 degrés latitude nord jusqu'au sommet de la carte.

» En nombre rond, j'ai exécuté environ 13 000 calculs logarithmiques pour la projection de cette carte. Grâce à ces nombreuses données numériques et à l'habileté consciencieuse et patiente de M. J. Judenne, on peut espérer que les erreurs d'exécution nécessairement inhérentes à tout travail de cet ordre ont été réduites au delà de ce qu'exigent les besoins de la pratique.

» Les calculs de la carte manuscrite de la France au millionième qui est en cours d'exécution, sont entièrement terminés depuis le mois d'octobre de l'année dernière; l'adoption du méridien de Paris, comme axe, a permis de réduire de moitié le travail logarithmique, par suite de la symétrie des portions orientale et occidentale. Pour l'établissement de cette carte il a suffi de 600 calculs environ. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur le retour unique des averses extraordinaires d'étoiles filantes de novembre 1799, 1832 à 1833 et 1867 à 1868 sous les basses latitudes et vers l'équateur.* Lettre de M. A. Poey à M. Élie de Beaumont.

« La Havane, le 19 janvier 1869.

» Dans différentes Notes que j'ai eu l'honneur d'adresser à l'Académie depuis 1862 (1), j'énonçais que dès 1849 j'avais reconnu que les retours annuels des étoiles filantes d'août et de novembre ne s'observaient plus à partir du tropique, ou à partir de la latitude 23 degrés de la Havane; aussi, ces périodes manquaient sous le ciel austral à Rio-Janeiro, d'après M. Liais; à la Plata, d'après M. Martin de Moussy; au Chili, d'après le P. Cappelletti; à Melbourne (Australie), d'après M. Neumayer; dans le golfe du Mexique, d'après M. Fitch, et à Mexico, d'après mes observations en 1866, alors qu'aux États-Unis et en Europe la chute des étoiles filantes à cette dernière date était considérable. J'ajoutais que si les retours périodiques annuels d'août et de novembre paraissent être limités aux hautes latitudes de la zone tempérée et de la glaciale, au contraire les averses extraordinaires d'essaims de météorites qui déterminent leur cycle embrasseraient au moins, depuis l'équateur, tout l'hémisphère du nord. Je citais à l'appui les deux grandes pluies de novembre 1799 et 1833.

» Ce fait remarquable a dû fixer l'attention de plusieurs savants, et les uns l'ont admis, tandis que d'autres ont élevé quelque doute. Or les doutes de MM. Saigey et Ch. Sainte-Claire Deville (2) militent précisément en faveur des observations que j'ai recueillies depuis dix-neuf ans, car tous les retours d'étoiles filantes qui auraient été visibles vers les basses latitudes jusqu'à la ligne équatoriale uniquement se rapportent justement aux trois grandes périodes des *averses extraordinaires* du mois de novembre 1799, de 1833 et de 1867, correspondantes exactement au cycle de 33 à 34 années de M. Newton. Mais quant aux périodes annuelles de novembre et d'août, j'ai déjà prouvé, depuis 1849, que la première disparaissait complétement, et que la seconde était presque insensible dès la latitude tropicale de la Havane.

» Je viens encore de constater que ces averses extraordinaires d'étoiles

(1) *Comptes rendus :* 1862, t. LIV, p. 620; 1864, t. LVIII, p. 119; 1865, t. LXI, p. 730; 1867, séance du 11 février.

(2) *Moniteur scientifique*, 1867, t. IX, p. 195 et *Annuaire de la Société Météorologique de France*, 1867, t. XV, p. 167.

filantes de la période de novembre, s'étendirent également vers l'équateur, mais non pas en dessous pendant les années qui *précédèrent* et qui *suivirent* de près les trois cycles de 1799, 1833 et 1867. En effet, des pluies d'étoiles filantes furent observées en 1832 à l'île Maurice par M. Robert et à Moka en Arabie; en 1866 au cap de Bonne-Espérance par M. Maclear et à l'île de la Réunion, et la dernière pluie vient d'avoir lieu ici, à l'île de Cuba et à Mexico, ainsi qu'aux États-Unis dans la nuit du 13 au 14 novembre. Déjà en 1867 la chute de météorites fut générale depuis l'Amérique du Nord jusqu'à Caracas (1) et à la République de Venezuela dans l'Amérique du Sud. Il n'y aurait donc que les années 1798 et 1800, correspondantes à la période de 1799, et l'année 1834, correspondante à celle de 1833, pour lesquelles je ne possède encore aucune pluie de météorites vers les régions intertropicales de l'hémisphère septentrional.

» Je remarque en outre, quant aux latitudes méridionales, que les météorites des deux années de 1832 et 1866, qui ont *précédé* les grandes pluies de 1833 et 1867, ne furent visibles que jusqu'à la région occidentale du continent asiatique et au cap de Bonne-Espérance; elles furent très-rares sur le continent américain et les Indes occidentales, tandis que, dans les années qui ont *suivi* ces périodes, telles qu'en 1834 et 1868, la pluie d'étoiles filantes a été considérable en Amérique. M. Saigey rappelle, par exemple, que « dans
» l'extrême Orient, à Shangaï et à Jokohama, l'on ne vit rien d'extraordi-
» naire en 1866, et M. Ed. Guillemin, qui se trouvait du 13 au 14 novem-
» bre 1866 au nord-est des îles Açores, n'a pu compter que 960 étoiles
» filantes en cinq heures et demie; à 96 degrés, il n'y avait plus rien
» à Mexico, d'après M. Poëy, puisqu'il n'a pu ramasser que 46 météores
» de 12 heures à 2 heures dans la nuit du 13 au 14 novembre, et 56 de
» 1 heure à 3 heures dans celle du 14 au 15. »

» Or, dans cette même nuit, d'après M. Saigey, le *maximum-maximorum* d'étoiles filantes observées à Greenwich aurait été de 100000, à Athènes de 24000, et au cap de Bonne-Espérance de 12000. D'où ce savant conclut : « Que le nuage météorique était plus dense dans la partie nord
» que dans la partie sud; que le point rayonnant au moment du maximum
» se trouvait dans la verticale de l'Inde en deçà du Gange, et presque au
» milieu de l'ancien continent; qu'il y avait éclipse météorique pour l'hé-
» misphère des deux Amériques, où à sa limite, se trouvant dans la pénom-

(1) Note de M. Rafael Seijas, lue à la Sociedad de ciencias fisicas naturales de Caracas. (Voir la *Revue* de cette Société intitulée : *Vargasia.*)

» bre météorique, on ne devait plus observer que les étoiles filantes déviées
» par l'attraction terrestre, etc. »

» Cependant je dois dire qu'il n'y a pas eu en 1866 d'éclipse météorique pour l'Amérique du Nord, comme le suppose M. Saigey, car aux États-Unis le phénomène a été très-brillant, mais il s'est éteint à la limite du tropique, puisqu'à la Havane il n'y avait déjà presque rien, et encore moins à Mexico, d'après mes propres observations.

» Cette distribution graphique des météorites de 1866 supposerait l'existence d'un double courant d'essaims, attachés probablement vers la région polaire et divergeant vers le tropique, dont la plus large bande aurait embrassé depuis la verticale de l'Inde en deçà du Gange jusqu'à la verticale qui termine à l'occident l'ancien continent, s'éteignant à la limite des Açores pour reparaître sous une bande peut être plus étroite sur la verticale des États-Unis jusqu'à une certaine distance sur le Pacifique, mais disparaissant à l'extrême orient de la Chine. Cette disposition se rapprocherait de celle du double noyau que présentent certaines comètes.

» Pour ce qui regarde maintenant l'hémisphère du sud, je n'ai jamais trouvé une seule indication sur aucune des chutes extraordinaires de météores, pas même sur la belle pluie de 1799, qui aurait été observée uniquement, d'après M. de Humboldt, jusqu'à San-Gabriel das Cachoeiras au Brésil, c'est-à-dire, sur l'équateur même, car ce savant n'a pu se procurer aucun renseignement sur Bogota, Popayan, à Quito au Pérou, en un mot, dans l'hémisphère du sud (1).

» Ainsi, d'après les observations irréfragables que je viens de rapporter, non-seulement l'apparition d'essaims d'étoiles filantes aux retours annuels et séculaires serait entièrement limitée à l'hémisphère boréal de notre globe, mais une localisation bien plus resserrée aurait encore lieu sous cet hémisphère, affectant parfois la forme de bandes verticales par la grande agglomération de la matière météorique sous différents parallèles, comme en 1866, et par une plus grande condensation vers la région polaire, que vers la région tropicale. La distribution horaire, dépendant de différences de longitude, ne paraît pas exercer une grande influence sur ces apparitions.

» J'ai alors émis l'idée, en 1865, que la localisation boréale des retours périodiques pourrait probablement s'exprimer d'après la circonstance d'un nœud descendant, dont l'orbite serait très-inclinée sur l'écliptique. Si elle

(1) *Voyages aux régions équinoxiales*, Paris, 1868, t. IV, p. 41.

était perpendiculaire à l'écliptique, la période serait visible dans des régions différentes au nord et au sud; si au contraire elle est parallèle à l'axe terrestre, la période serait alors invisible sous le ciel austral.

» Lorsque j'énonçais cette opinion, je n'avais pas encore connaissance de l'hypothèse de M. N.-A. Newton, qui suppose un mouvement en avant des nœuds de l'anneau des météores de novembre, qui est voisin de l'écliptique, et qui forme avec elle un petit angle, tandis que l'anneau d'août serait à peu près à angle droit avec l'écliptique, et le mouvement des nœuds d'une grande faiblesse.

» On a vu plus haut que M. Saigey supposait que les météores d'août venaient du pôle nord et ne dépassaient pas de beaucoup la ligne équatoriale, tandis que ceux de novembre partaient de points plus éloignés de cette ligne et devaient apparaître également dans les deux hémisphères.

» Cette assertion serait en contradiction avec celle de M. Newton, et surtout avec l'observation directe, qui prouve que la période annuelle des météorites de novembre, hors les grandes pluies séculaires, est précisément celle qui disparaît complétement à la Havane, lorsque la période d'août y est encore très-légèrement sensible, de même que celle du 28 au 29 juillet, et que, dans aucune circonstance, pas une seule de ces périodes n'a été signalée sous l'hémisphère austral au delà de la ligne équatoriale.

» Comme on le voit, la question des étoiles filantes est encore loin d'être résolue, malgré les dernières découvertes de M. Schiaparelli sur la vitesse parabolique, déduite de la variation horaire des météores du 13 novembre, et dont l'assimilation à la comète I de 1866, qui d'ailleurs n'avait pas de queue, ne serait plus possible d'après les recherches plus récentes de M. Saigey. Il est probable que les changements de forme et de surface que M. Saigey a trouvés dans les ellipses qui représentent la variation horaire du nuage cosmique, et que ce savant nomme les rotations *axiale* et *centrale*, pourront nous mettre un jour sur la voie de la véritable théorie des étoiles filantes. »

HYDRAULIQUE. — *Sur l'effet de l'appareil à tube oscillant, d'après les expériences du jury de l'Exposition universelle de* 1867. Note de M. DE CALIGNY.

« On a publié, dans le tome XII des *Rapports du jury international de l'Exposition universelle de* 1867, pages 100 et 101, un tableau d'expériences sur l'effet utile de mon appareil à élever de l'eau au moyen d'une chute d'eau, que j'ai appelé *appareil à tube oscillant*, et auquel le jury a donné le

nom de *pendule hydraulique*. Ce tableau renferme le détail de dix expériences, d'après lesquelles la moyenne de l'effet utile serait un peu moindre que 60 pour 100. Mais, en général, dans ce genre d'expériences, la première peut être considérée comme une nouvelle anomalie. Or, si on la néglige, cette moyenne dépasse un peu 60 pour 100.

» Il y a lieu d'espérer que les expériences de ce tableau, qui donnent un effet utile d'environ 70 pour 100, sont celles qui approcheront le plus de la vérité, surtout pour une construction mieux faite. Mais l'effet utile d'environ 60 pour 100 étant déjà regardé comme très-satisfaisant, pour une machine aussi rustique sans soupape, sans coup de bélier possible, sans chance d'engorgement par les vases, etc., il m'a semblé intéressant de rendre compte des raisons pour lesquelles il a été trouvé déjà beaucoup plus grand qu'à l'Exposition universelle de 1855, où d'ailleurs le tuyau de conduite était un peu moins long.

» D'abord la rondelle de caoutchouc, formant alternativement joint entre le tube fixe et le tube mobile, n'était pas clouée. Il n'était pas même nécessaire, pour les dimensions déjà cependant assez grandes de cet appareil, dont le tuyau de conduite a 25 centimètres de diamètre intérieur, que cette rondelle fût encastrée. Elle montait et descendait librement le long des guides, entre le tube mobile et son siége fixe.

» Mais le plus intéressant est la détermination de la quantité d'eau qui doit être versée au sommet de l'appareil pour des dimensions données, afin de conduire au meilleur *effet utile*, ces expressions désignant, comme on sait, le rapport du travail recueilli au travail dépensé par la chute d'eau. Ce rapport est évidemment égal à celui du travail recueilli par l'élévation de l'eau à une quantité égale de travail augmentée de la quantité de travail perdu. Cette dernière est très-difficile à déterminer en détail, dans l'état actuel de nos connaissances. Tout ce que j'ai pu faire a été d'obtenir des approximations, après avoir trouvé un effet utile convenable.

» Le calcul différentiel conduit, comme on sait, sans aucune difficulté, à la détermination du maximum d'effet, dans les questions de ce genre, en différentiant et égalant la différentielle à zéro. Il en résulte que, dans mes anciennes expériences, j'avais obtenu un effet utile moindre, parce que j'avais cru devoir, à chaque période, faire élever par la machine plus d'eau qu'il ne le fallait pour obtenir le maximum d'effet.

» Il est d'ailleurs résulté de cette considération une circonstance intéressante. Il n'a pas été nécessaire de lever autant le tube mobile, et par suite les phénomènes de succion qui le ramènent alternativement sur son siége

se sont exercés avec une intensité encore plus convenable pour obtenir un jeu plus précis du tube oscillant.

» L'équation du troisième degré à laquelle on est conduit par les considérations indiquées ci-dessus, ne serait peut-être pas suffisante, à cause de l'état actuel de nos connaissances sur les résistances passives, pour déterminer les conditions nécessaires au maximum d'effet de cet appareil. Mais il m'a semblé intéressant de faire concevoir que, l'effet utile des expériences officielles de 1867 étant beaucoup plus grand que celui des expériences officielles de 1855, cette différence ne doit pas étonner, parce qu'elle est scientifiquement fondée.

» Il est intéressant d'ajouter quelques détails, relatifs à la disposition générale de la nappe liquide annulaire dans l'intervalle laissé alternativement libre entre le siége fixe et le tube mobile soulevé. Il était naturel de craindre une perte trop notable de force vive, si l'orifice résultant de cette levée alternative était d'une assez petite section. Mais, en définitive, cette perte provenant du degré de vitesse de sortie de l'eau, comme il faut dans chaque circonstance une vitesse donnée pour produire la succion suffisante au jeu automatique, on conçoit déjà que, cette vitesse croissant graduellement à cause de l'inertie de l'eau contenue dans le tuyau de conduite, si on ne la laisse pas dépasser une certaine limite, la perte de force vive résultant de cette vitesse de sortie ne sera pas trop grande par rapport à la hauteur de chute. Il résulte d'ailleurs d'expériences directes que, pour les petites levées du tube mobile, une vitesse donnée occasionne une succion plus forte que pour les grandes levées du même tube, toutes choses égales d'ailleurs.

» On conçoit donc déjà combien l'état de la question est changé si l'on a la possibilité de limiter, plus qu'on ne le savait, la quantité d'eau élevée à chaque période, puisque cela permet de diminuer la levée du tube mobile. Il en est ainsi, à plus forte raison, si, comme l'indique le résultat auquel on est conduit par le calcul différentiel, en appréciant autant qu'on le peut dans l'état actuel de nos connaissances les détails des résistances passives, il doit y avoir de l'avantage à diminuer, dans de justes proportions, la quantité d'eau élevée à chaque période.

» J'ai d'ailleurs observé un phénomène qui permet de mieux préciser l'état de la question. D'après des expériences que tout le monde peut répéter, sur les décharges latérales des canaux qui amènent l'eau sur des roues hydrauliques dans beaucoup de localités du département de Seine-et-Oise, il se produit un phénomène de contraction de la veine liquide qui diminue

beaucoup la véritable section de l'écoulement. Quoique cette diminution dépende de circonstances locales que je me propose d'étudier plus spécialement, il en résulte relativement à la veine liquide annulaire qui se présente dans l'appareil à tube oscillant dont il s'agit, que si l'essentiel, quant à la sortie de l'eau motrice, paraît être en général de ménager par la levée du tube mobile une section analogue à celle du tuyau de conduite fixe, on peut admettre provisoirement qu'il est rationnel de diminuer de moitié la levée du tube mobile qui donnerait cette section. Les essais directs, faits sur l'appareil, ne sont pas contraires à cette prévision résultant de l'étude des phénomènes de ces nappes liquides.

» Il n'est peut-être pas sans intérêt de remarquer qu'en démontant l'appareil qui a fonctionné à l'Exposition universelle de 1867, on y a trouvé un grand rouleau de toile cirée, perdu depuis assez longtemps par un des voisins, et qui, sans arrêter le jeu, diminuait évidemment l'effet utile, en fournissant d'ailleurs une preuve de la rusticité du système. Cela peut avoir contribué à faire diminuer la levée du tube mobile pour obtenir le maximum d'effet dans ces conditions. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Préparation des chaux en poudre ;* *par* M. H. DE VILLENEUVE-FLAYOSC.

« Dans la séance académique du 15 juillet 1850, prenant pour point de départ les découvertes publiées par M. Vicat sur les mortiers hydrauliques, je m'estimais heureux d'avoir à ajouter quelques nouvelles observations sur cette importante matière, et de pouvoir même précéder le savant inventeur des chaux hydrauliques dans l'application des *incuits* et des chaux limites broyées, enfin de pouvoir signaler pour la première fois les effets utiles à obtenir de la surcuisson appliquée soit aux chaux hydrauliques, soit aux ciments. Mes travaux se résumaient alors dans les termes suivants :

» 1° L'hydraulicité des mortiers rentre dans la catégorie chimique des combinaisons insolubles; de sorte que tous les acides capables de communiquer à la chaux l'insolubilité lui peuvent donner l'hydraulicité ;

» 2° Les anomalies présentées par les chaux limites et les incuits, ou sous-carbonates broyés, se ramènent à une théorie rationnelle de l'hydratation préalable des composés de chaux : il suffit d'établir l'hydratation et de faire naître le gonflement des matières calcaires avant le broyage, pour que l'on puisse, par des procédés simples et économiques, éluder la désagrégation

des mortiers produite par le gonflement des particules calcaires soumises à l'influence de l'eau;

» 3° La surcuisson des chaux hydrauliques et des ciments accroît la cohésion des mortiers formés soit avec la chaux, soit avec les ciments *surcuits;*

» 4° Enfin je signalais les grandes applications que les chaux hydrauliques en poudre, avec grappiers broyés, venaient d'avoir dans les travaux publics du midi de la France.

» Mes premières livraisons de chaux en poudre, produites par un procédé différent du procédé déjà employé à Doué (Maine-et-Loire), ont eu lieu en 1841. En 1845, sous la direction de l'ingénieur Talabot, mes produits furent employés sur toute la ligne ferrée de Marseille à Avignon. En 1847, sous la direction du Maréchal Niel, alors Colonel du Génie, les chaux hydrauliques en poudre furent appliquées aux constructions des fortifications de Paris.

» Le succès des travaux exécutés sur la plus large échelle par ces hommes éminents a fait disparaître les hésitations, et il convient aujourd'hui de préciser la méthode qui assure le succès de mon procédé, devenu une pratique générale. Voici cette méthode : 1° faire déliter la chaux, non point en l'hydratant par immersion avec la dose minimum d'eau, mais au contraire en arrosant la chaux avec la quantité maximum d'eau qu'elle puisse absorber; ne s'arrêter qu'à la limite où la poussière deviendrait pâteuse. 2° Entasser la chaux arrosée et la laisser fuser pendant au moins huit jours. Plus cette incubation se prolonge, mieux les grumeaux de chaux se désagrégent. 3° Bluter la chaux fusée; pendant que les grappiers récents sont séparés par le blutage, broyer les grappiers anciens déjà soumis à une hydratation complémentaire, soit par l'influence hygrométrique de l'atmosphère, soit par une légère aspersion d'eau. La poussière du mélange ainsi obtenu est alors hydratée et éteinte dans toutes ses parties; elle ne peut plus se désagréger dans les bâtisses, dont elle fait partie intégrante. Les mailles des toiles métalliques employées dans les blutoirs ne doivent pas dépasser un demi-millimètre de diamètre; car les poudres les plus fines, plus immédiatement pénétrées jusqu'à leur centre par l'eau de gâchage, donnent les meilleures pâtes calcaires. 4° Pour conserver la chaux pulvérulente, éviter le tassement qui favoriserait la cémentation que produirait l'acide carbonique atmosphérique. L'embarillage donnerait lui-même trop de densité à la poudre de chaux : il faut mettre celle-ci, en tas non comprimés, sous des hangars bien abrités de la pluie.

» La chaux ainsi amoncelée peut se conserver pendant plusieurs années. L'expérience la plus large a sanctionné cette pratique. En 1847, 1000 tonnes de chaux en poudre, préparées sous ma direction pour servir à établir le viaduc de la voie ferrée sur la Durance, près d'Avignon, furent abritées sous un hangar. L'œuvre d'art ne put être exécutée qu'en 1849 et 1850. Les mortiers faits avec cette vieille chaux produisirent les plus remarquables effets de cohésion sur la torrentueuse rivière de Durance; tandis que, d'un autre côté, dans le grand souterrain de la Nerthe, près de Marseille, le revêtement, fait principalement avec les grappiers et sous-carbonates broyés, offrait une éclatante démonstration de la bonté des mortiers ainsi composés.

» Économie de matière consommée, accélération de la prise, économie de gâchage, absence complète des inconvénients attachés à l'extinction ordinaire de la chaux hydraulique, facilité de transport en sacs, certitude de conservation des grands approvisionnements, tels sont les avantages offerts par l'emploi des chaux hydrauliques en poudre, avantages maintenant bien appréciés par les ingénieurs et les constructeurs de Paris.

« L'économie de matière est telle, que 300 kilogrammes de chaux en poudre suffisent à la confection d'un mètre cube de mortier, exigeant auparavant 400 kilogrammes de chaux hydraulique en *pierre*. On ne livre actuellement que l'essence des matières qu'on livrait auparavant à l'état brut. Les nombreux grumeaux de chaux hydraulique faisaient naître autrefois des pertes s'élevant à 25 pour 100 de la matière employée.

» La préparation des chaux en poudre a favorisé, d'une manière inattendue, l'exécution des travaux publics les plus considérables et les plus lointains. Les gigantesques chantiers de l'isthme de Suez, les ateliers civilisateurs des chemins de fer algériens, sont maintenant régulièrement alimentés avec les chaux en poudre, parties du port de Marseille.

» La chaux en poudre est appelée à rendre les chaulages agricoles plus faciles et plus efficaces que ceux qu'on établissait autrefois à l'aide des chaux mal délitées, provenant de petits tas de chaux vive distribués sur le champ de labour et ne recevant que les aspersions intermittentes et irrégulières des pluies.

» L'emploi des chaux en poudre avec grappiers broyés est donc un progrès important et incontestable, consacré par la pratique des grands travaux publics et de l'agriculture. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur l'analyse immédiate des diverses variétés de carbone.* Note de M. BERTHELOT, présentée par M. Balard.

QUATRIÈME PARTIE. — *Les états actuels du carbone.*

« Dans l'étude des diverses variétés qui représentent les états actuels du carbone, j'ai procédé de la manière suivante :

» 1° J'ai examiné les variétés usuelles du carbone;

» 2° Ces variétés ont été soumises à diverses influences;

» 3° J'ai préparé le carbone en décomposant dans diverses conditions, et par divers agents, ses combinaisons avec l'hydrogène, l'oxygène, le soufre, le chlore, l'azote, le bore, les métaux, et j'ai cherché s'il existe quelque relation entre les combinaisons du carbone et l'état du carbone élémentaire que l'on peut en séparer, en tenant compte de l'influence modificatrice des agents employés et des conditions mises en jeu dans l'acte de la séparation.

» I. *Variétés usuelles et naturelles.* — 1. Le *diamant blanc* et le *diamant noir*, en poudre, n'éprouvent aucune oxydation sensible à basse température et dans les conditions que j'ai décrites.

» 2. La *plombagine* engendre un oxyde graphitique correspondant, comme il a été dit. Cette propriété appartient également à la plombagine privée d'hydrogène par l'action prolongée du chlore sec au rouge-blanc. Elle ne renferme, dans aucun cas, la moindre trace de diamant mélangé.

» 3. Le *graphite hexagonal*, qui cristallise dans la fonte, fournit un oxyde graphitique qui se distingue du précédent par quelques caractères, ainsi que je l'ai exposé dans la deuxième Partie. Il ne renferme pas la moindre trace de diamant mélangé.

» 4. Le *carbone amorphe*, qui dérive du *charbon de bois* purifié par le chlore, se dissout entièrement par oxydation, sans fournir la moindre trace d'oxyde graphitique. Je rappellerai que ce carbone, étant oxydé par l'acide nitrique seul, fournit un composé brun, que l'acide iodhydrique change vers 280 degrés en divers carbures saturés liquides et gazeux, $C^{2n}H^{2n+2}$.

» 5. Le *coke* ordinaire, récemment calciné, se dissout entièrement par oxydation à basse température (1), à l'exception de quelques silicates, solubles ensuite dans l'acide fluorhydrique. Le composé oxydé soluble qui prend ainsi naissance se distingue par sa nuance intense, etc.

» J'ai encore oxydé un autre coke, recouvert de gouttelettes métalliques, d'apparence fondues. Celui-ci a laissé une trace d'oxyde graphitique.

---

(1) Il faut six traitements successifs : observation qui s'applique aux carbones suivants.

» 6. Le *charbon métallique*, préparé en décomposant la vapeur des carbures d'hydrogène dans un tube de porcelaine, résiste étrangement à l'oxydation, surtout lorsqu'il se présente en feuillets minces et brillants, d'une cohésion spéciale. Cependant, au bout de six à huit traitements, il demeure totalement dissous. Les portions non cohérentes du charbon de tube *tachent le papier*, à la façon de la plombagine, sans fournir trace d'oxyde graphitique.

» 7. Mêmes résultats avec le *charbon des cornues à gaz*, employé dans la fabrication des crayons destinés à la lumière électrique. Ces crayons laissent une trace noire sur le papier; cependant ledit charbon finit par disparaître totalement, sans laisser ni diamant ni oxyde graphitique.

» 8. J'ai répété les mêmes observations sur un charbon de cornue, désigné sous le nom de *graphite artificiel*, remis par M. Regnault.

» Mêmes résultats négatifs avec un prétendu graphite artificiel, de même origine, remarquablement tendre et traçant, que je dois à M. Gaudin.

» 9. L'*anthracite* polyédrique des mines de Muzo (Nouvelle-Grenade) (1) et l'*anthracite* conchoïdale de Pensylvanie se sont dissoutes en totalité, sans laisser ni oxyde graphitique ni diamant.

» 10. M. Friedel a eu l'obligeance de me donner un échantillon d'une *anthracite particulière*, provenant de M. de Douhet, et supposée contenir du diamant, à cause de sa dureté spéciale. Mais cette hypothèse ne s'est point vérifiée, le corps s'étant dissous, sans même laisser d'oxyde graphitique.

» On remarquera que les expériences précédentes tendent à éloigner les anthracites de la plombagine, malgré les analogies d'origine géologique.

» 11. Le *noir de fumée* se dissout à la suite de traitements réitérés, en formant un acide brun, qui demeure très-longtemps en suspension dans l'eau. Il laisse une trace d'oxyde graphitique.

» 12. Le *noir animal* disparaît entièrement, en laissant un peu de silice.

» 13. La *matière charbonneuse* de la *météorite* d'Orgueil, purifiée autant que possible par les dissolvants, s'est ensuite oxydée entièrement.

» II. *Influence de divers agents sur le carbone déjà formé.* — J'ai étudié l'action de la chaleur, du chlore, de l'iode, de l'oxygène, enfin celle de l'électricité.

» 1. Sous l'influence de la *chaleur seule*, c'est-à-dire en calcinant les graphites et les divers carbones amorphes jusqu'au rouge-blanc, dans une atmosphère d'hydrogène, je n'ai point réussi à passer d'un groupe à l'autre; seulement les carbones amorphes paraissent éprouver quelque accroisse-

(1) Donné par M. Boussingault.

ment de cohésion. L'oxyde pyrographitique, après calcination, ne fournit pas plus d'oxyde graphitique qu'il n'en produisait avant.

» 2. Le *chlore*, au rouge-blanc, ne change ni le charbon de bois en graphite, ni le graphite en carbone amorphe : on sait d'ailleurs que le chlore n'attaque point le carbone libre. L'*iode*, au rouge-blanc, ne change point le coke en graphite : l'iode produit, au contraire, au rouge cette transformation sur le carbone naissant, comme il sera dit plus loin.

» 3. L'action de l'*oxygène* est plus compliquée. En effet, elle donne lieu à la fois à une élévation extrême de température et à une formation d'acide carbonique et d'oxyde de carbone. On peut étudier le carbone soumis à cette double influence en allumant dans un jet d'oxygène un crayon de charbon de cornue, préalablement chauffé au rouge. Dès que la pointe est en pleine incandescence, on l'éteint brusquement en la plongeant dans l'eau froide. On détache ensuite le bout extrême du crayon, en se bornant, autant que possible, à la portion qui a été chauffée le plus fortement. Le charbon ainsi traité n'est plus constitué uniquement par du carbone amorphe : il renferme maintenant une petite quantité de graphite, formé sous la double influence de la chaleur et de l'oxydation.

» Les mêmes influences s'exercent dans les *combustions incomplètes*, lorsque le noir de fumée prend naissance. Or j'ai précisément observé la présence d'une trace de graphite dans le noir de fumée. J'attribue à la même cause la présence d'une trace de graphite dans certains cokes (1).

» Ces divers résultats méritent, à mon avis, d'autant plus d'attention que des phénomènes analogues ont peut-être joué un rôle dans la formation naturelle du graphite. En général et jusqu'ici on a attribué une origine pareille au graphite et à l'anthracite. Mais il résulte de mes observations que la décomposition spontanée des débris organiques, même avec le concours de la chaleur rouge, ne fournit point de plombagine. L'origine de ce dernier corps réclame une explication spéciale. Je proposerai la suivante : L'inflammation des combustibles carbonés, dans des circonstances analogues à celles que je viens de signaler, a pu donner lieu à la formation d'une certaine proportion de graphite, mêlé avec beaucoup de charbon amorphe. Ce dernier, plus oxydable à basse température, aurait disparu peu à peu; tandis que le graphite aurait subsisté, à l'état pulvérulent et sous forme de plombagine. C'est aux géologues d'apprécier le mérite de cette explication.

» 4. Nulle influence n'est plus digne d'intérêt que celle de l'*électricité*.

---

(1) L'existence du fer peut aussi jouer un certain rôle.

J'ai examiné, par la nouvelle méthode d'analyse, les pôles de charbon qui servent à transmettre la lumière électrique. On sait que, sous cette influence, le charbon se réduit en vapeur, et passe du pôle positif, qui s'amincit de plus en plus, au pôle négatif, qui se recouvre d'une masse spongieuse. J'ai soumis à l'oxydation la poudre de charbon recueillie en raclant un grand nombre de charbons qui avaient servi à produire la lumière électrique, et j'ai obtenu de grandes quantités d'oxyde graphitique. Cet oxyde graphitique et, par conséquent, le graphite électrique ne sont identiques ni avec ceux de la fonte, ni avec ceux de la plombagine.

» Le changement qui se produit ici sur le charbon amorphe des cornues à gaz peut être également observé sur le diamant. On sait en effet que, d'après M. Jacquelain, le diamant placé dans l'arc voltaïque se change en une sorte de coke. J'ai pu examiner les échantillons mêmes qui avaient servi autrefois aux expériences de la Sorbonne : la matière charbonneuse soumise à l'oxydation s'est changée en oxyde graphitique, de la même variété que celui du charbon de cornue.

» Il était dès lors probable que les charbons qui ont éprouvé l'action de l'arc voltaïque ne devaient pas contenir de diamant; c'est ce dont je me suis assuré avec soin, et sur des quantités notables de matière (1) : il n'y avait point la moindre trace de diamant dans ces échantillons.

» La formation du graphite électrique n'a pas lieu indifféremment aux deux pôles. Les pôles négatifs, épaissis par le transport du carbone, ont seuls fourni une grande quantité d'oxyde graphitique; tandis que les pôles positifs correspondants, amincis par le même phénomène, n'en contenaient que des traces; encore étaient-elles dues probablement à la séparation, nécessairement imparfaite, du carbone qui se dépose sur les pôles pendant l'acte de la lumière électrique.

» Cependant la transformation en graphite n'exige pas la volatilisation préalable du carbone. En effet les capsules de charbon de sucre, ramollies par le feu d'une pile de 600 éléments, ont été trouvées en grande partie changées en graphite au pôle négatif. »

PHYSIQUE. — *De l'influence de la pression sur les phénomènes chimiques.* Note de M. L. CAILLETET, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« Afin d'étudier les effets de la pression sur les phénomènes chimiques, j'ai construit un appareil formé d'une pompe hydraulique puissante, mise

---

(1) Provenant des expériences faites par Despretz, avec une pile de 600 éléments, sur le charbon de sucre.

en communication avec un réservoir en fonte de fer. A ce réservoir est adapté un tube de cuivre capillaire, d'une longueur quelconque, qui peut être réuni à un tube de verre fermé à l'une de ses extrémités au moyen d'un ajutage à vis. C'est dans ce tube-laboratoire que la plupart des expériences que je vais exposer ont été exécutées. Il est possible en effet, grâce à la flexibilité du tube de cuivre, de manœuvrer en tous sens l'appareil-laboratoire, de s'en servir, en un mot, comme s'il était entièrement libre (1).

» Afin de rendre constante la pression donnée par la presse hydraulique pendant toute la durée des expériences, on a mis le réservoir en communication avec un second cylindre creux, également en fonte, dans lequel se meut un piston terminé par une tige verticale et dirigée vers la terre. En fixant des poids à l'extrémité libre de cette tige, la pression développée par la pompe sera déterminée lorsqu'on connaîtra la surface du piston et le poids soulevé. On comprend en outre l'utilité de ce régulateur destiné à compenser, par l'abaissement de son piston, les pertes de liquide qui peuvent avoir lieu, surtout quand on y développe des pressions de 250 à 300 atmosphères. Sans recourir à des pressions plus grandes, qui cependant peuvent être obtenues, j'ai réalisé déjà un grand nombre d'expériences qui démontrent l'action directe de la pression sur les réactions chimiques. Je ne rapporterai dans cette Note que l'ensemble de mes premières recherches, me réservant de publier successivement les résultats de mon travail,

» Quand on place dans le tube-laboratoire de l'appareil à compression une lame de zinc et de l'acide chlorhydrique, on remarque que le rapide dégagement d'hydrogène qui avait lieu se ralentit à mesure qu'on fait agir la pression, et que souvent même l'action cesse complétement.

» Cet effet est-il dû au ralentissement de l'action chimique, ou simplement à la diminution considérable du volume des bulles gazeuses résultant de la pression, ou même à la solubilité de l'hydrogène? En pesant la lame de zinc avant et après l'action du liquide acide, on voit qu'elle a perdu :

En opérant à l'air libre..................	10,0
A la pression de 60 atmosphères.........	4,7
A la pression de 120 »	0,1

La quantité de zinc dissous a donc diminué à mesure que la pression augmentait. En comprimant un cristal de carbonate de chaux avec de l'acide azotique, le rapport des quantités dissoutes dans le même temps sous 150 atmosphères et à l'air libre sont :: 1 : 11,09.

(1) La rupture du tube de verre n'est nullement dangereuse, puisque les éclats ne sont pas projetés.

» Ce ralentissement de l'action chimique que nous venons d'observer semble un fait général; aussi voit-on les acides les plus énergiques n'exercer qu'une action à peu près nulle sur le fer, l'étain, l'aluminium, le sulfure de fer, lorsqu'ils agissent sur ces corps à de hautes pressions.

» La décomposition de l'eau par la pile est également entravée par la pression. En transformant le tube-laboratoire en voltamètre, dans lequel les fils de platine sont recouverts par un tube en forme d'éprouvette, on remarque que le dégagement gazeux, qui était abondant à l'air libre, cesse complétement lorsqu'on fait agir une pression suffisante (1).

» En renfermant, dans un tube de verre clos, de l'amalgame de sodium et de l'eau, on peut s'assurer encore que l'oxydation du sodium est annulée ou presque annulée, en raison de la pression développée par l'accumulation de l'hydrogène dans cet espace limité; car en ouvrant le tube après plusieurs jours, on voit reparaître le dégagement gazeux, qui était devenu insensible. Une même quantité d'amalgame, exposée à l'air libre avec de l'eau, avait perdu en peu de temps toute trace de métal alcalin. L'action chimique, si puissamment ralentie par la pression, peut reprendre une nouvelle activité par l'élévation de la température. Ainsi, en maintenant une lame de zinc dans de l'acide sulfurique étendu et à zéro, on remarque qu'en échauffant le tube à $+50$, les quantités de gaz recueillies dans les deux expériences sont entre elles $:: 1 : 2,8$. Ces faits semblent assimiler entièrement le dégagement gazeux provenant d'une action chimique à l'ébullition des liquides.

» D'après les expériences que je viens de rapporter, et qui démontrent que l'énergie de l'action chimique est en raison inverse de la pression, j'ai dû chercher, comme vérification, si les phénomènes de décomposition qui s'accomplissent à l'air libre ne prennent pas une intensité plus grande quand ils se produisent dans le vide de la machine pneumatique.

» L'expérience a confirmé l'exactitude de cette hypothèse. Sans pouvoir donner, dans cette Note, le détail des nombreuses expériences que j'ai entreprises, je peux constater cependant que les quantités de matières dissoutes par les acides à l'air libre sont moins considérables que celles enlevées en opérant dans un vase vide d'air. Ce rapport est, pour l'aluminium plongé dans l'acide chlorhydrique, $:: 1 : 1,68$; pour le zinc dans l'acide sulfu-

(1) En plaçant une boussole dans le circuit, la déviation de l'aiguille aimantée n'est pas influencée quand la pression passe de $0^{m},76$ à 150 atmosphères, quoique les gaz cessent de se dégager.

rique, :: 1 : 1,53; enfin pour le carbonate de chaux dans l'acide azotique, :: 1 : 2,51.

» Il faut conclure des faits que je viens d'avoir l'honneur de rapporter à l'Académie, que la pression fait obstacle d'une manière puissante à l'action chimique.

» Si je ne suis pas encore parvenu, dans toutes mes expériences, à annuler complétement cette action, il semble démontré qu'en opérant à des pressions plus grandes, on arriverait à une indifférence absolue des matières mises en contact. On peut donc admettre, dès à présent, que si la pression atmosphérique que nous supportons venait à augmenter, nous cesserions d'être témoins d'un grand nombre de réactions qui s'accomplissent à chaque instant sous nos yeux.

» Enfin l'ensemble de mes expériences, en assimilant le dégagement des gaz résultant des décompositions chimiques à un simple phénomène d'ébullition, semble encore démontrer que l'affinité n'est pas une force particulière, mais que les combinaisons et les décompositions chimiques sont placées sous la dépendance immédiate des phénomènes mécaniques au milieu desquels elles se développent, ainsi que d'importantes recherches entreprises dans un ordre d'idées différent, et dues à MM. Debray et Gernez, l'ont déjà établi pour un certain nombre de décompositions. »

THERMODYNAMIQUE. — *Sur un développement de chaleur qui accompagne l'explosion des larmes bataviques.* Note de M. L. DUFOUR, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« L'explosion d'une larme batavique s'accompagne, on le sait, d'une projection assez violente de la substance du verre. Il paraît se produire une répulsion moléculaire dans l'intérieur du corps, répulsion assez forte pour donner une grande vitesse aux fragments qui se séparent. Au moment de l'explosion, il y a donc un développement de force vive considérable et hors de proportion avec le faible travail mécanique qui est dépensé pour briser la pointe. Sous ce dernier rapport, les larmes bataviques posent un problème qui intéresse la théorie mécanique de la chaleur, et il est naturel de se demander si le travail qui accompagne cette explosion n'est pas accompagné de phénomènes calorifiques.

» Au premier abord, il semble y avoir quelque analogie entre l'éloignement des particules vitreuses, dans une larme qui éclate, et la brusque dilatation d'un gaz qui se dilate après une compression. Le minime travail qui consiste à ouvrir un robinet permet un travail considérable produit par le

gaz qui se détend, tout comme le faible effort nécessaire pour briser la pointe d'une larme donne lieu à la pulvérisation et à la projection d'une assez grande masse de verre. Il y a cependant entre ces deux faits, dont je signale seulement l'analogie, trop de différences essentielles pour que l'on puisse prévoir à l'avance si l'explosion des larmes bataviques s'accompagnera de phénomènes calorifiques pareils à ceux qui accompagnent l'expansion d'un gaz.

» Ce problème thermomécanique, difficile à discuter *à priori*, m'a semblé assez important pour mériter quelques recherches. et j'ai tâché de savoir si l'explosion des larmes s'accompagne d'un changement de température de la substance du verre.

» Dans une première série d'expériences, on a utilisé un appareil thermo-électrique, pour constater s'il y a une différence de température entre les larmes et la poussière qu'elles produisent. Tous les résultats ont été concordants et ont signalé un réchauffement de la substance du verre; mais la méthode employée ne permettait pas de mesurer avec quelque sûreté l'élévation, d'ailleurs faible, de la température.

» Dans une seconde série d'expériences, des larmes ont été brisées dans un petit vase de laiton, au-dessus d'une certaine quantité d'essence de térébenthine qui recevait la poussière après l'explosion. Les précautions usitées dans des expériences de ce genre étaient prises pour éviter l'influence de la température ambiante et pour mesurer la quantité de chaleur qui se produisait dans le vase (1). Les observations, convenablement calculées, ont toujours signalé, dans la poussière vitreuse, une température plus élevée que celle des larmes avant l'explosion; l'excès a varié de $0^{\circ},18$ à $0^{\circ},46$. Par ce procédé, il n'a pas été possible d'éviter une agitation très-violente du liquide, agitation provoquée par le contact des larmes qui éclatent; les résultats ainsi obtenus peuvent donc être affectés d'erreurs assez importantes.

» Dans une troisième série d'expériences, les larmes étaient placées dans une sorte de cône tronqué, de carton, à axe à peu près vertical; la grande base du cône était tournée vers le haut et fermée par une feuille de caoutchouc. Les pointes des larmes dépassaient cette feuille juste assez pour pouvoir être saisies avec une pince et brisées. La poussière vitreuse tombait dans un cylindre de laiton très-mince, placé convenablement au-dessous

(1) Le détail des expériences, qui ne pouvait trouver place dans la présente Note, se trouvera dans un Mémoire du prochain numéro des *Archives des Sciences physiques et naturelles* de Genève.

du cône et renfermant quelques grammes d'essence de térébenthine. On observait la température des larmes avant l'explosion, ainsi que celle de l'essence avant et après l'arrivée de la poussière vitreuse. L'appareil était naturellement protégé contre les effets de la température ambiante, et les observations étaient calculées de manière à fournir la différence entre la température des fragments de verre et celle des larmes qui les produisaient. Tous les résultats accusent un réchauffement du verre par l'explosion; ces résultats, beaucoup plus concordants que ceux de la série précédente, sont compris entre 0°,26 et 0°,35. Des essais de contrôle avaient eu pour but de s'assurer que l'élévation de température ne pouvait pas résulter, soit de la simple chute du verre dans l'essence, soit de quelque influence de nature capillaire entre le liquide et la poussière du corps solide.

» L'ensemble des expériences faites autorise, je crois, les conclusions suivantes :

» 1° Lors de l'explosion des larmes bataviques, la poussière vitreuse qui se produit possède une température plus élevée que celle des larmes elles-mêmes au moment de l'explosion;

» 2° Une série de cinq expériences (troisième méthode), portant sur dix-huit larmes, d'un poids moyen de 4gr,8, a fourni un excès moyen de 0°,30.

» Ce réchauffement a probablement son origine dans le mouvement moléculaire qui accompagne une explosion, et je pense qu'on peut le rattacher aux faits qui se produisent lorsque des fils métalliques ayant été allongés (sans dépasser la limite d'élasticité) reprennent brusquement leur longueur première. M. Joule (1) a montré que des fils se refroidissent quand on les étire, puis se réchauffent au moment où ils reprennent leur volume primitif. Dans un Mémoire assez récent, M. Edlund (2) a publié des résultats semblables, obtenus en étirant, puis en laissant se contracter des fils de plusieurs métaux.

» Dans la préparation connue d'une larme batavique, le refroidissement brusque solidifie la couche extérieure du verre, alors que l'intérieur est encore liquide. Cette couche enveloppe donc un volume plus grand que ne sera le volume du verre refroidi. Pendant le refroidissement, la masse intérieure est liée par adhérence à la couche superficielle déjà formée. Le verre

---

(1) *Transaction Philosophical*, 1858, et *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. LXIII.

(2) *Annales de Chimie et de Physique*, t. LXIV, et *Poggendorff's Annalen*, 1865. M. W. Thomson a donné une formule déduite de la théorie mécanique de la chaleur, qui permet de calculer ces variations de température.

ne peut donc pas éprouver la contraction qui se produirait normalement; il subit une traction tendant à maintenir son volume plus grand, et son état doit être fort semblable à celui d'une barre de métal allongée par un effort extérieur. On peut se représenter probablement une larme batavique comme semblable à une enceinte rigide dans l'intérieur de laquelle des barres, portées à une haute température, auraient été fixées aux parois, ces barres étant d'ailleurs en nombre considérable, enchevêtrées les unes dans les autres et reliées entre elles par d'innombrables soudures. Durant le refroidissement, toutes ces barres se contractant subiraient une traction de la part de l'enceinte invariable; elles seraient étirées, et tout ce système ne serait évidemment pas dans un état d'équilibre stable. Dans une larme batavique, les particules infiniment petites et infiniment nombreuses de verre jouent le rôle des barres dont il vient d'être question, et elles se contractent au moment de la rupture. La contraction de ces particules de verre, comme celle des fils métalliques des expériences de MM. Joule et Edlund, s'accompagne de déplacements moléculaires très-petits, auxquels succède bientôt l'état de repos. Il y a ainsi une force vive qui disparaît, et l'on peut s'attendre à ce qu'il apparaisse en même temps, dans le corps, une certaine quantité de chaleur. C'est sans doute là l'origine de la chaleur constatée dans les expériences décrites plus haut.

» Mais le retour à l'équilibre stable s'accompagne, dans une larme batavique, de cette projection remarquable et subite des particules vitreuses qui donne au phénomène l'apparence d'une explosion. Cette projection demeure assurément un fait curieux et difficile à expliquer d'une façon bien satisfaisante. Résulterait-elle peut-être simplement de ce que les fragments de verre n'atteignent leur volume et leur forme d'équilibre stable qu'après quelques oscillations semblables à celles que fournit un ressort brusquement lâché? Quand un corps élastique est en vibration, il chasse avec plus ou moins de vitesse les corps étrangers en contact avec lui. Si le ressort est lui-même mobile et s'il heurte des corps fixes, la réaction le lancera en sens inverse. Si un nombre considérable de petits fragments élastiques éprouvent des vibrations et se trouvent d'ailleurs en contact, ils se heurteront et se repousseront mutuellement. Dans une larme batavique, on peut se figurer que, au moment de la rupture, les particules de verre jusqu'alors étirées, vibrent aussi pendant un très-court instant, avant d'arriver à leur forme d'équilibre stable. Est-ce que les chocs mutuels qui doivent se produire alors ne sont peut-être pas la cause de cette projection remarquable, offerte par les débris d'une larme qui fait explosion?

» Quelle que soit d'ailleurs la cause immédiate de cette projection, il est probable que le mouvement ainsi produit dans le verre consomme une fraction de sa chaleur interne, fraction qui se régénère partiellement dans les fragments lancés, lorsque ceux-ci sont arrêtés par les résistances extérieures. »

PHYSIQUE. — *Sur la visibilité des rayons ultra-violets.* Note de M. MASCART, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« Dans les rayons qui nous viennent du Soleil, il y a, outre le spectre lumineux ordinaire limité au voisinage des deux raies A et H de Frauenhofer, des radiations moins réfrangibles que le rouge qui forment le spectre calorifique, et d'autres plus réfrangibles que le violet qui sont caractérisées surtout par leurs propriétés fluorescentes et leur action sur les substances altérables à la lumière. Ces deux espèces de rayons qui, dans les prismes réfringents, s'étendent de part et d'autre de la lumière à une distance à peu près égale à l'étendue du spectre lumineux, ne sont pas absolument invisibles. En s'entourant de précautions convenables, on peut voir une bande de lumière rouge moins réfrangible que la raie A; mais cette bande est assez étroite. M. Helmholtz a montré, au contraire, que, si l'on n'emploie que des prismes et des lentilles en quartz, on aperçoit directement, dans le spectre ultra-violet, à peu près tout ce que la photographie et la fluorescence permettent d'y découvrir. La couleur de ces rayons varie avec la réfrangibilité et l'intensité de la source; la teinte générale est le *gris de lavande*.

» L'étude des sources de lumière artificielle permet encore d'étendre le champ de ces observations. M. Stokes a trouvé que le spectre de la lumière électrique du charbon s'étend bien plus loin du côté du violet que le spectre solaire; il le rendait apparent par la fluorescence. M. W.-A. Miller a obtenu les mêmes résultats avec les métaux volatilisés par une étincelle d'induction, dont il reproduit les spectres par la photographie. Cette méthode permet de déterminer les indices de réfraction et les longueurs d'onde des raies les plus réfrangibles avec une grande précision, comme je l'ai fait pour quelques raies ultra-violettes du cadmium. J'emploie, pour ces expériences, une puissante bobine d'induction, en plaçant une batterie de bouteilles de Leyde sur le trajet du courant induit. On peut ainsi obtenir dans le spath d'Islande, qui paraît être encore plus transparent que le quartz pour les rayons photographiques, des spectres ultra-violets six ou sept fois plus larges que le spectre lumineux. Le thallium, par exemple, possède,

dans toute cette étendue, un grand nombre de raies d'une intensité remarquable.

» Or, tous ces rayons ultra-violets sont directement perceptibles par l'œil, s'ils ont un éclat suffisant et si l'on élimine soigneusement toute lumière étrangère. Ces observations ont été faites au laboratoire de chimie de l'École Normale avec deux appareils différents : un goniomètre où le prisme et les lentilles sont en quartz, et un spectroscope qui m'a été donné par l'Association Scientifique et dans lequel toutes ces pièces sont en spath d'Islande. Toutefois il y a sous ce rapport des différences remarquables entre les différents yeux. Les vues ordinaires peuvent habituellement apercevoir le premier spectre ultra-violet. D'autres, au contraire, continuent de distinguer des raies nouvelles à mesure qu'on s'éloigne vers les rayons les plus réfrangibles, en ayant soin de mettre l'appareil au point pour chaque région. Ces dernières vues forment cependant la grande minorité. Sur vingt ou trente personnes qui ont essayé l'expérience, trois seulement ont pu distinguer les rayons très-éloignés; toutes trois sont myopes, ce qui est une circonstance remarquable, mais la myopie n'est pas une une condition suffisante. M. Isambert, qui a d'abord appelé mon attention sur ces phénomènes, distingue des raies situées dans le septième spectre ultra-violet ordinaire du spath d'Islande; je le suivais jusque-là en prenant des épreuves photographique des raies qu'il me dessinait d'avance, mais je n'ai pas pu encore reproduire les dernières; la longueur d'onde de ces rayons doit être voisine de 213 millioniėmes de millimètre.

» On verrait probablement plus loin encore, si l'on pouvait éliminer une circonstance fort gênante, c'est l'illumination générale qui se produit dans le champ de l'instrument. Sous l'influence des étincelles d'induction, les prismes et les lentilles deviennent fluorescents et diffusent une lumière bleuâtre dans toutes les directions, de sorte que le champ n'est jamais complétement obscur. Deux prismes ne font pas disparaître cette lueur, et elle paraît un peu plus faible dans l'appareil de quartz.

» Quant à la couleur des rayons ultra-violets, elle est très-variable pour les différentes vues. Pour un œil peu sensible, le premier spectre ultra-violet a la teinte de gris bleu fleur de lin qu'on appelle le *gris de lavande*. Les yeux privilégiés voient le premier spectre d'un violet pourpre très-intense, la couleur se modifie ensuite peu à peu et marche vers le gris de lavande à mesure qu'on s'éloigne davantage des rayons violets, et, dans les derniers spectres, les raies ne se distinguent plus sur le fond éclairé que par une différence d'intensité, sans couleur appréciable. »

CHIMIE. — *Sur la recherche du soufre par le spectroscope.* Note de M. G. SALET, présentée par M. Wurtz.

« I. Le soufre donne, en brûlant dans l'air, une flamme bleue qui, analysée sur le prisme, fournit un spectre continu. L'hydrogène, en brûlant dans l'oxygène, donne aussi un spectre continu; mais si l'on vient à examiner au spectroscope la flamme de l'hydrogène dans laquelle on dirige des vapeurs de soufre, on aperçoit aussitôt un spectre très-beau et très-compliqué, signalé pour la première fois par M. Mulder en 1864.

» Il est à remarquer qu'on ne l'observe pas dans la partie chaude de la flamme, dans celle où l'oxygène pénètre, mais seulement dans le noyau central composé d'hydrogène presque pur et porté à une température relativement basse : cette partie de la flamme se distingue d'ailleurs nettement à l'œil par une belle nuance bleue. Lorsqu'on refroidit la flamme sulfureuse, la même coloration apparaît à l'endroit refroidi; elle ne se produit cependant pas à la périphérie de la flamme, parce que le soufre y brûle et qu'en brûlant il donne une lumière pâle à spectre continu.

» Le spectre du soufre se compose d'une foule de raies brillantes et presque équidistantes dans le vert et le bleu. Du côté du violet, les raies se groupent en bandes, et l'on aperçoit tout d'abord deux ou trois de ces groupes dans chacun desquels l'œil distingue facilement au moins deux raies principales.

» Dans notre instrument, où les raies du potassium et du sodium, $K\alpha$, $Na\alpha$ et $K\beta$, occupent les divisions 13, 50 et 163, les petites raies courent depuis le jaune jusqu'à la division 120 environ sans qu'il soit possible d'en signaler une comme plus importante que les autres. On peut cependant compter comme des raies assez brillantes celles qui correspondent aux divisions 95, 103, 113. Une première bande aisément résoluble se présente de 124 à 127, une seconde très-caractéristique de 134 à 140, une troisième de 145 à 152, enfin des bandes peu lumineuses se montrent entre 159 et 165, et dans l'extrême violet vers 176. Je m'occupe de la comparaison de ce spectre avec ceux qui ont été obtenus par MM. Hittorff et Plücker à l'aide des tubes de Geissler contenant de la vapeur de soufre.

» II. Lorsque l'on écrase la flamme de l'hydrogène pur, brûlant à l'extrémité de platine d'un chalumeau ordinaire, contre la surface d'un bain d'acide sulfurique, on voit apparaître à l'endroit refroidi une magnifique

coloration bleue tirant sur le violet. Le spectre de cette flamme a été examiné comparativement avec le précédent, il a été trouvé identique avec lui.

» On peut donc supposer que le soufre est mis à nu dans l'atmosphère réductrice de la flamme et qu'il y brille de sa lumière propre.

» En faisant passer les vapeurs d'acide sulfurique dans la flamme, l'axe de celle-ci se colore absolument comme dans les cas du soufre; l'expérience réussit de la même façon avec l'acide sulfureux.

» III. On pouvait prévoir que la même réaction spectroscopique se retrouverait dans les sulfates, car même les plus stables perdent de l'acide sulfurique par la chaleur, comme l'a fait voir M. Boussingault. En effet il suffit d'écraser la flamme de l'hydrogène contre un cristal de sulfate de soude, de sulfate d'ammoniaque, d'alun, de gypse, etc., etc., pour apercevoir la coloration bleue caractéristique du soufre; on obtient encore le même résultat avec les sulfites et les hyposulfites, mais on ne peut l'obtenir avec le sulfate de baryte. Lorsqu'on fait ces expériences, il faut se rappeler que la flamme bleue apparaît au contact du corps sulfuré relativement froid, de façon que, pour l'apercevoir dans les composés sodifères, on doit regarder au-dessous de la flamme jaune due au sodium; de là aussi l'obligation de changer fréquemment la surface en contact avec le jet de gaz, de peur qu'elle ne s'échauffe outre mesure. Il importe aussi, pour des raisons développées plus bas, d'opérer sur des surfaces qu'on vient de mettre à nu par clivage ou par cassure.

» IV. Lorsqu'on fait brûler de l'hydrogène à l'intérieur d'une éprouvette, on observe souvent une coloration bleue sur les bords de la flamme. Cette coloration, qui a été longtemps attribuée aux impuretés de l'hydrogène, peut se reproduire dans les laboratoires, en promenant le jet d'hydrogène enflammé contre la surface d'une éprouvette ou d'un flacon de verre tendre. La flamme bleue qu'on obtient d'ordinaire par ce moyen donne le spectre du soufre. Ce résultat ne doit pas surprendre, si l'on songe que les verres contiennent du soufre, que quelques-uns se recouvrent spontanément de sulfate de soude, et qu'en général, comme l'a montré M. Gernez, l'acide sulfurique existe parmi les substances qu'on trouve dans l'air commun; il est à penser que le soufre trouvé sur le verre par la nouvelle méthode vient surtout de l'atmosphère, car on peut en déceler la présence à la surface de la plupart des objets longtemps abandonnés à la poussière de Paris, tandis que dans d'autres circonstances, à la campagne par exemple, la flamme bleue se montre bien plus rarement, même sur le verre;

dans un laboratoire, où l'on peut dire que l'air renferme tous les composés de la chimie, le soufre apparaît partout.

» V. On conçoit qu'en raison de la sensibilité de la réaction et de la diffusion du soufre, la recherche de cet élément doive s'effectuer au milieu de certaines précautions. Voici comment on a opéré pendant le cours de ces recherches. L'hydrogène était dégagé par le zinc et l'acide chlorhydrique; on le purifiait avec le sulfate de cuivre, le chlorure mercurique et la potasse caustique : les principales expériences furent répétées avec l'hydrogène produit par l'électrolyse de l'acide chlorhydrique faible ou par l'action de l'amalgame de sodium sur ce même acide. La flamme était presque invisible, elle ne présentait absolument pas de noyau lumineux ; écrasée sur la surface de l'eau pure, elle ne se colorait en aucune façon. Elle était disposée devant la fente d'un spectroscope à un prisme et on lui faisait lécher obliquement la surface de l'objet en expérience. Toutes les observations ont été faites dans la chambre obscure, au laboratoire de M. Wurtz. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un homologue du camphre de Bornéo.* Note de M. H. GAL, présentée par M. Cahours.

« L'essence de patchouli abandonnée à elle-même ne tarde pas à laisser déposer un corps cristallisé. Les circonstances qui favorisent ou retardent le dépôt de ces cristaux sont assez mal définies ; j'ai pu remarquer cependant que la dessiccation de l'essence, au moyen du chlorure de calcium fondu, facilite considérablement la formation de cette substance solide.

» Ce corps est depuis longtemps connu des parfumeurs sous le nom de *camphre de patchouli*. C'est ainsi que nous continuerons à le désigner dans cette Note, car son analyse et sa densité de vapeur doivent nous le faire considérer comme un homologue du camphre de Bornéo dont la formule serait $C^{30}H^{28}O^2$. En effet, la moyenne de plusieurs analyses de ce composé donne

C	80,1
H	12,6

tandis que la formule précitée exige

C	80,3
H	12,5

» La densité de vapeur de cette substance, prise à la température de 324 degrés, a été trouvée égale à 8,00. La densité calculée serait égale à 7,85, en adoptant la formule précédente.

» Le camphre de patchouli est un corps solide, fusible entre 54 et 55 degrés et bouillant régulièrement à 296 degrés; sa densité, prise à la température de 4°,5, est égale à 1,051.

» Ce corps, insoluble dans l'eau, se dissout en très-grande quantité dans l'alcool et dans l'éther. Il se dépose de ces dissolutions par une lente évaporation sous forme de cristaux parfois très-volumineux et très-réguliers, qui appartiennent au système hexagonal; ils sont constitués généralement par des prismes hexagonaux, terminés par une pyramide à six faces. Cette substance, contrairement à ce qu'on observe pour le camphre de Bornéo, est douée d'un pouvoir rotatoire à gauche; c'est ainsi qu'un gramme de ce corps dissous dans $5^{cc},3$ d'alcool absolu, de manière à former une colonne de $0^{m},05$ de long, a fait éprouver à un rayon de lumière polarisée une déviation de 9°,1, à gauche.

» Si l'on distille ce nouveau composé sur du chlorure de zinc, on obtient un liquide bouillant entre 248 et 252 degrés.

» Cette substance, comme on devait s'y attendre, est un carbure d'hydrogène qui a pris naissance par la déshydratation du camphre. Sa composition, comme du reste l'a prouvé son analyse, doit être représentée par la formule $C^{30}H^{26}$.

» On n'a pas pu contrôler la formule précédente par la détermination de la densité de sa vapeur, car à quelques degrés au-dessus de son point d'ébullition, elle s'altère et paraît se transformer en polymères.

» On conçoit que ce nouveau produit pourrait être le point de départ de toute une série de composés, et qu'il serait en particulier susceptible d'engendrer par oxydation un homologue du camphre des laurinées.

» Je n'ai pas pu, malgré l'intérêt que pouvaient présenter ces recherches, pousser plus loin l'étude de ce corps, vu la faible quantité mise à ma disposition par M. Boyveau, auquel je suis heureux du reste d'adresser ici tous mes remercîments.

» Il était naturel de se demander quelle relation il pouvait exister entre ce camphre et l'essence même de patchouli au sein de laquelle il se produit. Or cette essence, soumise à la distillation, passe presque complétement entre 282 et 294 degrés. L'analyse de cette portion nous a montré qu'elle possédait la même composition que le camphre; sous l'action du chlorure de zinc elle a pareillement *donné naissance* au même hydrocarbure, et de ces faits on est en droit de conclure que les deux substances sont isomères. De même que le camphre d'où elle se dépose, l'essence liquide jouit de la propriété de dévier le plan de polarisation à gauche, mais à un degré beaucoup moindre; c'est ainsi qu'en se plaçant dans des conditions identiques

à celles que nous avons indiquées précédemment, l'angle de déviation n'est que de 3 degrés environ.

» Le camphre de patchouli n'ayant aucune valeur commerciale, il y aurait un certain intérêt à empêcher la production de ce corps aux dépens de l'essence dont le prix est assez élevé. Mais le camphre résultant d'un simple changement moléculaire, il n'existe aucun moyen de s'opposer à sa formation. Je crois cependant, ainsi que je l'ai fait remarquer au commencement de cette Note, que la présence dans l'essence d'une certaine quantité d'eau peut non-seulement retarder, mais empêcher cette transformation isomérique. »

MM. Béchamp et Estor annoncent à l'Académie que de nombreuses expériences les ont conduits à la conclusion suivante : « Ce qu'on appelle la *fibrine* du sang n'est qu'une fausse membrane formée par les microzymas du sang, associés par une substance qu'ils sécrètent à l'aide des éléments albuminoïdes de ce liquide. »

M. Richter adresse, de Southampton, une Note concernant la théorie de la lumière.

Cette Note sera soumise à l'examen de M. Faye.

M. G. Barillari adresse une Note relative au Mémoire qu'il a soumis au jugement de l'Académie « sur la divisibilité des nombres périodiques, et sur la détermination des périodes décimales ».

Cette Note sera renvoyée, comme l'avait été le Mémoire, à l'examen de M. O. Bonnet.

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en comité secret.

La séance est levée à 6 heures. É. D.B.

ERRATUM.

(Séance du 8 février 1869.)

Page 300, ligne 1, *au lieu de* La preuve donne, *lisez* La première donne.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 22 FÉVRIER 1869.

PRÉSIDENCE DE M. CLAUDE BERNARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. J.-A. Serret, en offrant à l'Académie le tome III des Œuvres de Lagrange, s'exprime ainsi :

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie le tome III des *Œuvres de Lagrange, publiées sous les auspices de S. Exc. M. le Ministre de l'Instruction publique*.

» Ce volume renferme seize Mémoires portant sur des sujets variés et publiés par l'illustre Auteur dans les *Recueils de l'Académie royale des Sciences et Belles-Lettres de Berlin*, pendant une période de six années, de 1768 à 1774.

» Voici les titres de ces Mémoires :

Nouvelle méthode pour résoudre les équations littérales par le moyen des séries;
Sur la force des ressorts pliés;
Sur le Problème de Képler;
Sur l'élimination des inconnues dans les équations;
Nouvelles réflexions sur les Tautochrones;
Démonstration d'un Théorème d'Arithmétique;
Réflexions sur la résolution algébrique des équations;
Démonstration d'un Théorème nouveau concernant les nombres premiers;

Sur une nouvelle espèce de calcul relatif à la différentiation et à l'intégration des quantités variables;
Sur la forme des racines imaginaires des équations;
Sur les réfractions astronomiques;
Sur l'intégration des équations à différences partielles du premier ordre;
Nouvelle solution du Problème du mouvement de rotation d'un corps de figure quelconque qui n'est animé par aucune force accélératrice;
Sur l'attraction des Sphéroïdes elliptiques;
Solutions analytiques de quelques Problèmes sur les pyramides triangulaires;
Recherches d'Arithmétique.

» Grâce au précieux concours de M. Gauthier-Villars, la publication des *Œuvres de Lagrange* se poursuit sans interruption; le tome IV paraîtra à la fin de cette année, avec un portrait gravé de l'immortel Géomètre. Notre éminent Confrère de l'Académie des Beaux-Arts, *M. Achille Martinet*, a été chargé, par S. Exc. le Ministre de l'Instruction publique, de l'exécution de ce portrait. »

PHYSIQUE VÉGÉTALE. — *Sur les fonctions des feuilles* (suite); *par* M. BOUSSINGAULT. [Extrait (1).]

« La décomposition de l'acide carbonique par les feuilles, si active au soleil, a-t-elle encore lieu à la lumière diffuse très-affaiblie? Continue-t-elle dans une enceinte complétement obscure? En d'autres termes, ainsi que Théodore de Saussure inclinait à le croire, une plante, dans l'obscurité, dissocie-t-elle une partie de l'acide carbonique qu'elle forme en agissant sur l'air atmosphérique (2)?

» Durant la vie végétale, l'oxygène, par son apparition, révèle l'assimilation du carbone; or, dans les conditions que je viens de mentionner, ce gaz ne pouvant être produit qu'en proportion extrêmement limitée, ce n'est plus à l'analyse qu'il faudrait recourir pour en reconnaître la présence, mais à un agent capable d'en accuser la moindre trace.

» Le phosphore était tout naturellement indiqué, puisque en devenant lumineux dans l'obscurité, en répandant des vapeurs à la lumière, il donne, dans l'un et l'autre cas, un indice certain de l'existence de l'oxygène; toutefois son emploi faisait naître une appréhension, le phosphore placé à côté

(1) L'Académie a décidé que cette communication, bien que dépassant en étendue les limites réglementaires, serait insérée en entier au *Compte rendu*.

(2) DE SAUSSURE, *Recherches sur la végétation*, p. 54.

d'une plante, dans une atmosphère confinée, n'exercerait-il pas une action nuisible? Or, tout surprenant que cela paraisse, les expériences dont je vais communiquer les résultats à l'Académie montrent que la vapeur émanant du phosphore à une température comprise entre 15 et 30 degrés, que la vapeur de l'acide hypophosphorique n'empêchent pas une feuille suffisamment rigide de fonctionner.

» I. *Expérience du* 13 *octobre* 1865. — Dans un mélange formé de :

Gaz acide carbonique..................	27 cent. cubes.
Gaz hydrogène........................	57 »
	84 »

on avait introduit un cylindre de phosphore. L'appareil était dans la chambre noire. On fit alors passer sous la cloche une feuille de laurier-rose présentant une surface de 60 centimètres carrés; le phosphore devint lumineux pendant un instant très-court; la lumière avait été occasionnée par l'air adhérant à la feuille.

» L'appareil recouvert d'un étui de drap noir fut porté au soleil. A peine eut-on enlevé l'enveloppe, que l'on vît apparaître d'abondantes vapeurs blanches indiquant que la feuille produisait et que le phosphore absorbait du gaz oxygène. Le mercure de la cuve s'élevait à vue d'œil dans la cloche graduée; l'ascension cessa à 5 heures; l'exposition au soleil avait eu lieu à 9 heures. Çà et là on apercevait sur le verre, à l'intérieur, un léger dépôt jaune pulvérulent.

» La feuille de laurier avait conservé sa belle couleur verte; néanmoins il s'agissait de savoir si l'action solaire, accusée si nettement par le mouvement ascensionnel du mercure, n'avait pas cessé par suite d'une altération survenue dans son organisme.

» L'analyse prouva que la feuille n'avait plus fonctionné parce qu'elle ne trouvait plus d'acide carbonique à décomposer.

» Voici le résultat de l'analyse :

	cc
Acide carbonique introduit......................	27,00
Après l'hydrogène ajouté.......................	84,00
Hydrogène..................................	57,00
Après l'action du phosphore au soleil	56,95

» Une balle de potasse humectée n'a pas diminué le volume du gaz.

» Ainsi, en huit heures d'exposition à la lumière, la feuille de laurier

avait décomposé, pendant la combustion lente du phosphore, l'acide carbonique introduit dans l'appareil.

» II. *Expérience du 1er octobre* 1867. — Une feuille de laurier-rose de 62 centimètres carrés fut placée dans un mélange d'acide carbonique et d'hydrogène. A 1 heure on fit passer sous la cloche un cylindre de phosphore, qui, après avoir jeté une faible lueur, devint obscur. L'appareil ayant été porté de la chambre noire au soleil, on vit apparaître des vapeurs blanches, en même temps que l'on constatait une ascension graduelle du mercure. A 5 heures, l'appareil fut replacé dans la chambre noire. Le phosphore était fondu à la partie inférieure du cylindre. La feuille, quand on la retira, était couverte d'une rosée légèrement acide; elle portait une tache brune. On remarqua une substance pulvérulente jaune sur les parois de la cloche.

» Voici le résumé de l'expérience :

Acide carbonique introduit........	27,8 cc	
Acide carbonique + hydrogène.....	102,4	
Après l'exposition au soleil, gaz....	81,2	
Acide carbonique disparu..........	21,2	= oxygène absorbé.
Acide carbonique ajouté...........	27,8	
Acide carbonique retrouvé.........	6,6	

» En quatre heures d'exposition au soleil, en présence du phosphore, une surface de feuille de 62 centimètres carrés a décomposé $21^{cc},2$ de gaz acide carbonique : soit $0^{cc},07$, en une heure, par centimètre carré. C'est une décomposition très-énergique comparable à celle que l'on a constatée pour les feuilles de laurier, lorsqu'elles sont placées dans une atmosphère où il n'y a pas de vapeur de phosphore.

» On fit encore deux observations : l'une avec une ramille de tuya; l'autre avec un pinceau d'aiguilles du pin laricio; il y eut de 20 à 25 centimètres cubes de gaz acide carbonique décomposé, et, dans les deux cas, le gaz oxygène devenu libre était absorbé par le cylindre de phosphore.

» Ces expériences prouvent que des feuilles rigides comme celles des lauriers, du tuya, du pin ne sont pas altérées par la vapeur émanant du phosphore à la température ordinaire de l'atmosphère, ni par la vapeur d'acide hypophosphorique. La combustion lente du phosphore doit donc fournir un indice certain, instantané, du fait de la décomposition du gaz acide carbonique par les parties vertes des végétaux, puisque la lueur et la fumée qui

l'accompagnent mettent en évidence l'apparition de la plus minime quantité d'oxygène dans un milieu gazeux formé d'acide carbonique et d'hydrogène.

» On trouve dans mon Mémoire les précautions, très-simples d'ailleurs, qu'il convient de prendre pour éviter ce que l'on pourrait appeler « une » fausse lueur phosphorique, » parce que cette lumière, toujours extrêmement fugace, n'est pas causée par l'oxygène que la plante aurait élaboré.

» Les indices que fournit la combustion lente du phosphore m'ont permis de combler quelques lacunes dans l'étude des fonctions des feuilles. Pour ne pas abuser des moments de l'Académie, je me bornerai à rappeler les questions que j'ai cherché à résoudre.

» *Les feuilles décomposent-elles du gaz acide carbonique en l'absence de la lumière ?*

» Deux expériences faites, l'une à la température de 18 degrés, l'autre à la température de 36 degrés, m'autorisent à conclure que, dans une obscurité absolue, les feuilles ne décomposent pas le gaz acide carbonique ; ou, pour rester dans la stricte interprétation des faits, qu'il n'y a pas eu, à l'obscurité, d'oxygène ajouté au mélange gazeux. On comprend, en effet, que si l'oxygène résultant de la dissociation de l'acide carbonique restait engagé dans la cellule végétale, s'il ne se mêlait pas à l'atmosphère ambiante, la décomposition de l'acide carbonique par la feuille passerait inaperçue, malgré la présence du phosphore.

» *Les feuilles décomposent-elles du gaz acide carbonique à une lumière diffuse très-affaiblie ?*

» D'après de Saussure : « Dans des appareils exposés à l'ombre, la plus
» petite dose d'acide carbonique ajoutée à l'air commun est nuisible à la
» végétation. Des plantes sont mortes, dès le sixième jour, dans une
» atmosphère contenant le quart de son volume de gaz acide carbonique ;
» elles se sont soutenues à la même exposition pendant dix jours dans une
» atmosphère dont l'acide carbonique occupait la douzième partie. »

» Ces résultats sont d'autant plus singuliers, qu'à la lumière diffuse les feuilles isolées décomposent activement le gaz acide carbonique mêlé à leur atmosphère dans une proportion atteignant et dépassant même un tiers. J'ai placé fréquemment des appareils au nord d'un grand bâtiment, et là, par un ciel sans nuage, le volume du gaz oxygène provenant de l'acide carbonique décomposé ne différait pas notablement de celui que l'on obtenait au soleil.

» Les plantes fonctionnent à la lumière diffuse, cela est incontestable. Les forêts équatoriales sont impénétrables aux rayons directs du soleil ; il y règne un demi-jour qui ne permet pas toujours de lire sans difficulté des caractères tracés au crayon, et néanmoins ces voûtes de verdure abritent une végétation exubérante dont les feuilles, développées sous l'influence d'une température de 25 à 30 degrés, offrent des teintes du plus beau vert. Au reste, en Europe, pendant l'été, sous un massif d'arbres séculaires, il est facile de s'assurer que les feuilles, pour la plus grande partie, fonctionnent à l'ombre.

» Les observations contenues dans mon Mémoire établissent, en effet, que la décomposition de l'acide carbonique par les feuilles s'accomplit encore alors que la lumière qui la provoque est considérablement affaiblie. Cependant il y a une limite à la décomposition avant que l'obscurité soit complète. Cette limite, je l'ai fixée, en installant mes appareils dans un fourré où la lumière s'éteignait graduellement.

» J'ai été ainsi naturellement conduit à rechercher si une feuille décomposerait l'acide carbonique pendant le crépuscule.

» A la fin d'une belle et chaude journée, une feuille de laurier-rose fut introduite dans un mélange d'acide carbonique et d'hydrogène. J'avais calculé l'heure précise du coucher du soleil. L'appareil a été exposé jusqu'à la nuit close. La température de l'air était de 24 degrés.

» La feuille ayant été retirée, on a passé sous la cloche un cylindre de phosphore qui est resté obscur. Ainsi, pendant le crépuscule, une feuille de laurier-rose n'a pas décomposé d'acide carbonique.

» *Les feuilles décomposent-elles le gaz acide carbonique à de basses températures?*

» Voici les résultats des expériences, dont les détails sont consignés dans mon Mémoire :

» A l'ombre, il y a eu de l'acide carbonique décomposé :

Par les aiguilles du pin laricio, à la température de		$+ 0^o,5$ à $2^o,5$.
Par l'herbe de la prairie (graminée)	»	$+ 1^o,5$ à $3^o,5$.

» *Les feuilles naissantes sont-elles douées de la faculté de décomposer à la lumière le gaz acide carbonique?*

» Si l'on expose au soleil, dans de l'eau chargée d'acide carbonique, des cotylédons, des feuilles séminales, des feuilles à peine colorées, on ne remarque pas le moindre dégagement de gaz oxygène. En s'en tenant à ce mode d'observation, on conclurait qu'il n'y a pas dissociation de l'acide.

Une telle conclusion pourrait être prématurée, par cette raison que l'immersion ne permet pas de recueillir quelques bulles de gaz oxygène dégagées au sein d'une masse liquide assez volumineuse pour les dissoudre ou pour favoriser, par cette dissolution même, leur absorption par le parenchyme des feuilles immergées. J'ai d'ailleurs reconnu que, des feuilles adultes fortement colorées, on ne retire jamais autant d'oxygène quand elles sont placées dans de l'eau chargée d'acide carbonique, que lorsqu'elles fonctionnent dans un milieu gazeux. Est-ce parce que la lumière s'éteint en partie en traversant le liquide, ou bien est-ce parce que la feuille immergée n'acquiert pas une température aussi élevée que celle placée sous une cloche pleine de gaz?

» D'ailleurs recueillerait-on plusieurs bulles de gaz renfermant de l'oxygène, comme l'a reconnu Ingen-Housz, qu'on aurait à se demander si cet oxygène n'appartenait pas à l'air atmosphérique dissous dans l'eau et qu'un courant d'acide carbonique ne déplace pas entièrement. Sennebier a vu que les feuilles plongées dans l'eau donnent de l'air à toutes les époques de leur vie, mais que les feuilles séminales des haricots, les feuilles jeunes dont la couleur tire sur le jaune en dégagent très-peu (1); Sennebier s'est borné à signaler un dégagement de gaz sans constater, dans ce gaz, la présence de l'oxygène.

D'après des expériences nombreuses, les feuilles séminales, les feuilles naissantes d'une teinte répondant au jaune vert 1 rabattu à $\frac{1}{10}$ de noir des cercles chromatiques de M. Chevreul, décomposeraient du gaz acide carbonique, tout en continuant à former avec le carbone qui entre dans leur constitution un certain volume du même gaz; cette dernière fonction empêcherait l'oxygène mis en liberté de s'accumuler dans l'atmosphère confinée.

» *Les feuilles venues dans l'obscurité décomposent-elles immédiatement l'acide carbonique lorsqu'elles sont placées à la lumière?*

» Les résultats obtenus avec des feuilles naissantes ayant à peine une nuance verte conduisaient à rechercher si des feuilles absolument dépourvues de chlorophylle parce qu'elles se sont développées dans un lieu obscur, dissocient l'acide carbonique.

» J'ai montré, dans un travail spécial, que la durée de l'existence d'une plante venue à l'obscurité est subordonnée au poids des matières nutritives qui entourent l'embryon dans la graine; ces feuilles en l'absence de

(1) SENNEBIER, *Mémoire physicochimique*, t. I, p. 109.

la lumière ne fonctionnent pas comme appareils réducteurs; constamment elles émettent de l'acide carbonique; c'est une véritable combustion respiratoire accompagnée d'un dégagement de chaleur. La plante se comporte alors comme un animal d'un ordre inférieur. Lorsque ces feuilles étiolées sont placées à la lumière dans de l'air atmosphérique, elles continuent d'abord à produire du gaz acide carbonique, mais bientôt elles prennent une teinte de vert dont l'intensité augmenté graduellement ; une fois colorées, elles fonctionnent comme les feuilles développées dans les conditions normales.

» La matière colorante, la chlorophylle, enveloppe les granules établis dans les cellules. Celle qui apparaît dans la circonstance que je viens d'indiquer est-elle l'effet ou la cause de la décomposition de l'acide carbonique? Il est bien vrai qu'une feuille non colorée, telle qu'elle sort de la chambre noire, prend assez vite une nuance verte lorsqu'elle est au soleil, dans de l'air atmosphérique pur. Est-il permis d'en tirer cette conséquence, que l'acide carbonique n'intervient pas dans la coloration? Nullement, car le premier acte de la feuille incolore en présence de l'oxygène est de former de l'acide carbonique. Pour résoudre la question, il semble qu'il n'y aurait qu'à placer dans du gaz hydrogène, dans du gaz azote, la feuille née dans l'obscurité: dans l'un et l'autre de ces gaz, la coloration verte se manifeste à la lumière, faiblement sans doute, et encore ici l'acide carbonique peut fort bien intervenir, par cette raison, qu'une plante venue dans un lieu obscur renferme toujours une très-forte proportion d'eau saturée de ce gaz; ainsi du gaz hydrogène pur dans lequel on met une feuille étiolée contient bientôt de l'acide carbonique.

» Voici d'abord ce que j'ai observé relativement à la coloration des feuilles de maïs appartenant à des plants venus dans l'obscurité.

» I. Le 31 juillet 1868, dans la chambre noire, on fit germer des graines sur du papier imbibé d'eau distillée.

» Le 15 août, les feuilles avaient une longueur de 25 à 30 centimètres; 1 centimètre au point le plus large. Leur teinte, comparée aux cercles chromatiques de M. Chevreul, était : jaune 1 non rabattu.

» Les plants furent placés, à midi, à la lumière diffuse dans une pièce ayant une fenêtre au sud.

» Le 16 août au matin, l'apparition de la nuance verte était évidente et plus prononcée vers la base que vers le sommet des feuilles.

» Le 18 août, la coloration avait fait des progrès; on eut pour la teinte de la partie inférieure d'une feuille : vert-jaune 2 non rabattu.

» Il n'y avait pas de différence appréciable de teinte entre la coloration de l'endroit et de l'envers de la feuille.

» Le 22 août, toutes les feuilles possédaient une assez belle nuance verte. Sur les deux faces : jaune-vert 2 rabattu à $\frac{1}{10}$ de noir.

» Cette coloration, ou si l'on veut l'apparition d'une notable quantité de chlorophylle, avait eu lieu, à la lumière diffuse, en six à sept jours, la température s'étant maintenue entre 22 et 26 degrés.

» Il restait à rechercher quelle serait la nuance de vert à laquelle la feuille commencerait à décomposer le gaz acide carbonique.

» Voici les résultats constatés.

» La teinte des feuilles étant jaune 1 non rabattu, il n'y a pas eu décomposition d'acide carbonique;

» La teinte des feuilles étant devenue jaune-vert 1 non rabattu, il y a eu un faible indice de la décomposition de l'acide carbonique.

» En conclurai-je qu'au-dessous de cette teinte, c'est-à-dire plus vers le jaune, ces feuilles n'opèrent pas cette décomposition? Je conclurai tout le contraire. En effet, je crois qu'aussitôt qu'il y a présence de chlorophylle, quelque minime qu'en soit la proportion (et elle ne paraît exister dans l'organisme végétal qu'en quantité impondérable), la feuille, aussi faiblement colorée qu'on la suppose, possède la faculté décomposante. Je fonde mon opinion sur ce fait incontestable, que, si une plante dans l'obscurité, dans un sol absolument stérile, dépourvu de toute substance saline, diminue constamment de poids, son poids augmente certainement aussitôt qu'elle est placée à la lumière. Or une feuille n'augmente de poids qu'en fixant du carbone et les éléments de l'eau, et la fixation du carbone implique nécessairement la décomposition de l'acide carbonique.

» Mais pour rester dans les limites tracées par l'observation en ce qui concerne le maïs, cette décomposition ne devient manifeste qu'alors que la feuille a pris la teinte jaune-vert 1 non rabattu.

» Il semble ressortir de ces expériences que la décomposition de l'acide carbonique commence, à la lumière, aussitôt après la création de la chlorophylle, bien qu'elle ne soit perceptible que si la feuille possède une nuance verte assez prononcée, ou, si l'on veut, alors que l'oxygène, dont la présence est la preuve de la dissociation de l'acide carbonique, n'est plus fixé au fur et à mesure de son apparition par cette partie de l'organisme qui, dans les feuilles nouvelles, fonctionne à la lumière comme elle fonctionne à l'obscurité.

» *La décomposition de l'acide carbonique par une feuille, commencée au soleil, s'arrête-t-elle aussitôt que la feuille est soustraite à l'action de la lumière?*

» M. Van Thieghem a constaté un fait curieux, c'est que cette décomposition opérée au soleil par une plante aquatique continue dans l'obscurité pendant un certain temps.

» Ainsi, le 11 juin, une branche du *Ceratophyllum demersum* submergée dans de l'eau chargée d'acide carbonique, ayant été exposée au soleil à 8 heures, il y eut un dégagement très-actif d'oxygène; à $8^h 45^m$ la branche fut portée dans un lieu obscur; elle continua à émettre du gaz :

A 9 heures	le dégagement était de	200	bulles	par minute.
A $9^h 30^m$	»	125	»	»
A 10 heures	»	75	»	»
A 11 heures	»	25	»	»

» A $11^h 45^m$ le dégagement était encore de 2 à 3 bulles par minute; ce n'est qu'après trois heures passées à l'obscurité que l'effet produit par l'insolation fut épuisé (1). D'après mes observations, une feuille isolée fonctionnant dans un milieu gazeux se comporterait autrement qu'une plante aquatique.

» J'ai fait voir que dans une atmosphère contenant de l'acide carbonique, une feuille produit instantanément du gaz oxygène dès qu'elle est éclairée par le soleil. Il s'agissait de savoir si cette production d'oxygène cesserait instantanément quand la feuille passerait subitement de la lumière à l'obscurité.

» I. Le 27 août 1868, dans un mélange formé de 28 centimètres cubes d'acide carbonique, de 86 centimètres cubes d'hydrogène, on mit une feuille de laurier-rose ayant 70 centimètres carrés; puis, à côté, parallèlement à la nervure principale, et à 5 millimètres de distance, un cylindre de phosphore soutenu par un fil de platine (hauteur du cylindre, 9 centimètres; diamètre, 5 millimètres).

» L'appareil monté dans la chambre noire fut porté au soleil à 1 heure. Aussitôt il y eut apparition de vapeurs blanches indiquant une rapide décomposition de l'acide carbonique. La température à l'ombre était 24 degrés.

» Dix minutes après l'exposition, l'appareil fut porté dans la chambre

(1) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. LXV, p. 867.

noire où un observateur avait été enfermé pour que sa vue pût acquérir une sensibilité qui lui permît d'apercevoir la plus faible lueur.

» Un autre observateur, muni d'un chronomètre, se tenait en dehors de la chambre pour lire les secondes à haute voix. Le transport de l'appareil de la lumière à l'obscurité s'effectuait en un instant.

» Voici le résultat de la première observation.

» Dans la chambre noire, le cylindre de phosphore était lumineux sur toute sa surface. La phosphorescence s'affaiblit graduellement; elle cessa quand on eut compté quarante-six secondes.

» Fallait-il en déduire que la décomposition de l'acide carbonique commencée au soleil avait persisté encore pendant quarante-six secondes dans l'obscurité? Non, car la durée de la phosphorescence pouvait provenir de ce que, après l'introduction de l'appareil dans la chambre noire, le phosphore n'avait pas fini d'absorber tout l'oxygène mis en liberté par la feuille durant son exposition au soleil. En d'autres termes, la surface de la feuille aurait émis à la lumière plus d'oxygène que la surface du phosphore avait pu en absorber. Ainsi qu'on va le voir, la phosphorescence ne se serait pas manifestée si la surface du phosphore eût été plus grande.

» II. On fit une nouvelle expérience semblable à la précédente quant aux dispositions générales, avec cette différence que le cylindre de phosphore placé parallèlement à la nervure de la même feuille avait de plus grandes dimensions :

Longueur...........	24 centimètres.
Diamètre............	$1^{cc},2$

» Lorsque, au soleil, la décomposition de l'acide carbonique fut très-active, on porta l'appareil dans la chambre noire : on n'aperçut pas la moindre lueur.

» L'appareil ayant été replacé au soleil, le phosphore répandit immédiatement des vapeurs, signe de sa combustion lente; ces vapeurs disparurent dans l'obscurité.

» En plaçant ainsi alternativement l'appareil à une vive lumière et dans une obscurité absolue, on acquérait la preuve que l'extinction de la phosphorescence dans la chambre noire n'était pas due à un état morbide de la feuille, mais réellement à ce qu'une fois soustraite à la lumière, elle cessait d'émettre de l'oxygène. Une dernière observation montrera que, malgré la présence du phosphore, cette feuille conservait sa faculté de décomposer l'acide carbonique, en même temps qu'elle corroborera l'explication

donnée à l'occasion de la première expérience, à savoir : que la continuation de la combustion lente dans l'obscurité provient de l'insuffisance de la surface absorbante du phosphore relativement à la surface émissive de la feuille.

» III. Le cylindre de phosphore placé à côté de la feuille avait :

En longueur..........	1 centimètre.
En diamètre............	0,5

» Après que l'appareil, d'abord exposé au soleil, eut passé dans la chambre noire, le cylindre montra une très-vive phosphorescence, qui, en diminuant peu à peu d'intensité, ne s'éteignit qu'au bout de quatre-vingt-dix secondes : le phosphore avait continué à briller avec le concours du gaz oxygène qu'il n'avait pas fixé pendant l'exposition au soleil à cause du peu de surface qu'il offrait à l'atmosphère confinée sous la cloche.

» En réalité, quand la combustion lente du phosphore provoquée par la présence d'une feuille exposée au soleil persiste pendant quelques instants à l'obscurité, c'est à l'aide de l'oxygène élaboré sous l'influence de la lumière. L'action physiologique est terminée, l'action purement chimique continue.

» Dans ces expériences, la phosphorescence dans l'obscurité, après le fonctionnement de la même feuille de laurier-rose au soleil, a duré d'autant plus que la surface absorbante du phosphore était moindre. Ainsi, la superficie de la feuille étant, comme je l'ai dit, de 70 centimètres carrés, on a eu :

	Durée de la phosphorescence dans l'obscurité.	Surface du cylindre de phosphore.
I....................	40″	cq 14,1
II....................	0	90,5
III....................	90	1,6

» Je crois donc être en droit de conclure que la décomposition du gaz acide carbonique par la feuille de laurier exposée à la lumière cesse instantanément dans l'obscurité. »

ASTRONOMIE. — *Recherches sur les spectres gazeux dans leurs rapports avec l'étude de la constitution physique du Soleil* (Note préliminaire); *par* M. Ed. Frankland et J.-N. Lockyer.

« 1° Nous nous occupons, depuis quelque temps, de l'examen attentif du spectre de quelques gaz et de diverses vapeurs dans des conditions va-

riées de pression et de température. Notre but, en faisant ces expériences, est de jeter une nouvelle lumière sur les découvertes qui ont été faites récemment relativement à la constitution physique du Soleil.

» Quoique ces recherches soient loin d'être terminées, nous pensons qu'il est à propos de présenter à l'Académie quelques résultats bruts que nous avons déjà obtenus.

» On se souvient que l'un de nous, dans une communication faite récemment à la Société Royale, a déjà établi les faits suivants :

» I. Il y a une enveloppe continue autour du Soleil, et dans le spectre de cette enveloppe, que, pour rendre la description plus claire, on a nommée *la chromosphère*, la ligne de l'hydrogène qui correspond à la ligne verte F de Frauenhofer prend la forme d'un fer de flèche et s'élargit depuis la partie élevée jusqu'à la base de la chromosphère.

» II. Ordinairement, dans une protubérance, la ligne F est presque de la même épaisseur que la ligne C.

» III. Quelquefois, dans une protubérance, la ligne F est très-brillante et se gonfle de manière à présenter l'apparence d'un bulbe au-dessus de la chromosphère.

» IV. La ligne F et la ligne C, dans la chromosphère, s'étendent sur le spectre des régions subjacentes et intervertissent la ligne de Frauenhofer.

» V. Il y a, près de D, une ligne, visible dans le spectre de la chromosphère, à laquelle ne correspond aucune ligne de Frauenhofer.

» VI. Il y a beaucoup de lignes brillantes visibles dans le spectre solaire ordinaire, près des bords du Soleil.

» VII. Une ligne nouvelle apparaît quelquefois dans la chromosphère.

» 2° D'après ces résultats, il devenait d'une importance capitale :

» I. D'étudier avec beaucoup de soin le spectre de l'hydrogène dans des conditions variées, dans le but de déterminer s'il existait une ligne dans l'orangé ;

» II. De déterminer la cause de l'épaississement de la ligne F.

» Nous n'avons pas réussi, jusqu'à présent, à déterminer aucune ligne à la place indiquée dans le spectre de l'hydrogène, près de la ligne D, mais nous n'avons pas encore complété toutes les expériences que nous nous proposions de faire.

» Nous ferons remarquer, à propos de l'épaississement de la ligne F, que, dans le Mémoire de MM. Plücker et Hittorf, auquel nous faisions allusion dans la communication dont nous venons de parler, les phénomènes

de l'expansion des lignes spectrales de l'hydrogène sont complétement établis, mais que la cause des phénomènes reste indéterminée.

» Nous nous sommes convaincus que cette expansion est due à la pression, et ne dépend pas d'une manière appréciable de la température.

» III. Ayant ainsi constaté que les phénomènes présentés par la ligne F dépendaient de la pression et indiquaient des pressions variables, nous étions en mesure de déterminer la pression atmosphérique sur une protubérance dans laquelle les lignes rouge et verte sont d'une largeur à peu près égale, et sur la chromosphère à travers laquelle la ligne verte se dilate graduellement à mesure qu'on approche du Soleil. Cela ne nous mettra-t-il pas à même de déterminer plus tard la température?

» Quant aux légères protubérances, nous sommes assurés que les milieux gazeux dont elles sont formées existent dans des conditions de ténuité *excessive*, et qu'à la surface la plus basse de la chromosphère elle-même la pression est bien inférieure à celle de l'atmosphère de la Terre.

» Les apparences globuleuses de la ligne F que nous avons mentionnées peuvent indiquer de violents courants convergents ou un foyer local de la chaleur, car il n'y a aucun doute que la chromosphère ne présente une activité des plus intenses.

» IV. Revenons pour un moment au spectre de l'hydrogène. Nous avons déjà fait observer que certaines expériences n'ont pas encore été exécutées. Nous les avons ajournées à cause de ce fait, que la ligne brillante près de D n'a pas de correspondante parmi les lignes de Frauenhofer. Ce fait implique que, si la ligne est une ligne de l'hydrogène, l'absorption élective de la chromosphère est insuffisante pour intervertir le spectre.

» Il faut se rappeler que la couche de gaz incandescent qui est traversée par les rayons lumineux le long du limbe du Soleil, et dont la radiation nous donne le spectre de la chromosphère, est très-grande, comparée avec l'épaisseur de la chromosphère elle-même dans le sens du rayon. Cette épaisseur serait d'environ 200 000 milles près du limbe.

» Quoiqu'il y ait une autre explication possible de l'absence d'inversion de la ligne D, nous réservons pour plus tard nos remarques sur ce sujet (avec lequel la visibilité des protubérances sur le disque du Soleil est liée), après de nouvelles expériences.

» V. Nous croyons que les faits mentionnés ici nous mènent nécessairement à diverses modifications importantes de la théorie reçue de la constitution physique de notre centre lumineux, théorie que nous devons à M. Kirchkoff, qui la fondait sur son examen du spectre solaire. Suivant cette

hypothèse, la photosphère elle-même est solide ou liquide, et elle est environnée d'une atmosphère composée de gaz et de vapeurs des matières incandescentes dans la photosphère.

» Au lieu de cette atmosphère composée, nous en trouvons une qui nous donne, en toute circonstance, simplement le spectre de l'hydrogène. Cependant elle n'est pas nécessairement composée d'hydrogène seul, et ce point attire surtout notre attention. La ténuité de cette atmosphère incandescente est telle, qu'il est extrêmement improbable qu'une atmosphère considérable, telle que la couronne avait paru l'indiquer, puisse exister en dehors de celle-ci. Cette opinion est fortifiée par le fait que les lignes brillantes de la chromosphère ne présentent aucune apparence d'absorption et que sa condition physique n'est pas celle de l'équilibre.

» Quant à la photosphère elle-même, loin d'être une surface solide ou un océan liquide, il résulte de nos expériences et de nos observations qu'elle est nuageuse ou gazeuse, et peut-être l'une et l'autre. Les observations que nous avons faites chacun séparément ont montré :

» I. Que la condition gazeuse de la photosphère est tout à fait conciliable avec son spectre continu : MM. de la Rüe, Stewart et Lœwy ont aussi admis la possibilité de cette condition;

» II. Que le spectre de la photosphère contient des lignes brillantes quand on observe le limbe : ces lignes brillantes indiquent probablement une écorce extérieure gazeuse de la photosphère;

» III. Qu'une tache dans le Soleil est une région d'absorption particulière ;

» IV. Qu'il arrive parfois que des matières photosphériques paraissent être injectées dans la chromosphère.

» Ces faits n'indiqueraient-ils pas que l'absorption, à laquelle sont dus les renversements du spectre et les lignes de Frauenhofer, se rencontre dans la photosphère elle-même ou extrêmement près d'elle, au lieu de se produire dans une atmosphère absorbante étendue extérieure ? Et cette conclusion n'est-elle pas fortifiée, quand on considère que, s'il en était autrement, et d'après la théorie de Kirchhoff, les lignes brillantes, nouvellement découvertes dans le spectre solaire lui-même, devraient être renversées? Il n'en est cependant pas ainsi. Nous n'oublions pas que la radiation élective de la chromosphère n'indique pas nécessairement la totalité de l'absorption élective qu'elle peut exercer; mais nos expériences nous portent à croire que, si une quantité quelque peu considérable de vapeurs métalliques s'y trouvait, leur spectre brillant ne serait pas entièrement invisible dans toute l'étendue de la chromosphère. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ACOUSTIQUE. — *Sur les intervalles musicaux*. Deuxième Note de MM. A. Cornu et E. Mercadier, présentée par M. Jamin.

(Commissaires précédemment nommés : MM. Duhamel, Fizeau, Jamin.)

« Une conséquence immédiate de la distinction de deux systèmes d'intervalles musicaux, c'est que *les lois de formation des intervalles des deux systèmes reposant sur des principes différents, on ne doit accepter, pour en tirer une conséquence relative à l'harmonie, aucun raisonnement fondé sur des propriétés mélodiques, et réciproquement.*

» Une seconde conséquence, c'est que *la loi des nombres simples étant celle qui préside à la formation des intervalles harmoniques, il n'y a plus lieu de limiter la série des nombres premiers admissibles en musique à ses trois premiers termes* 2, 3, 5. C'est ainsi que le nombre premier 7, par exemple, doit nécessairement entrer dans les valeurs de certains intervalles harmoniques au même titre que ceux qui le précèdent.

» Ces considérations vont, en effet, trouver une application très importante, par exemple dans l'étude de l'accord connu sous le nom d'*accord de septième de dominante.*

» Cet accord, le plus employé en harmonie après l'accord parfait, est généralement défini comme formé par un accord parfait auquel on ajoute une tierce mineure (exemple : *Ut*, *Mi*, *Sol*, *Si*♭).

» Voici les fractions qui représentent les sons de cet accord dans le système pythagoricien et dans le système usuel :

	Ut.	*Mi.*	*Sol.*	*Si*♭.	Nombres entiers proportionnels :
Système pythagoricien..........	1	$\frac{3^4}{2^6}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{3}{2}\times\frac{2^5}{3^3}$	576 : 729 : 864 : 1024.
Système usuel..................	1	$\frac{5}{4}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{3}{2}\times\frac{6}{5}$	20 : 25 : 30 : 36.
Nombres entiers les plus voisins..................					4 : 5 : 6 : 7.

» D'après ce qui a été dit plus haut, les valeurs de la première ligne de ce tableau sont inadmissibles, puisque les tierces y sont *mélodiques*. Celles de la deuxième ligne renferment une erreur plus difficile à voir. Pour la tierce mineure *Sol, Si*♭, on y adopte la tierce mineure harmonique $\frac{6}{5}$ dont nous avons reconnu l'exactitude dans l'accord parfait; mais il n'y a aucun motif

pour dire, *à priori*, que cette tierce additionnelle, qui caractérise l'accord de septième de dominante, est identique à la tierce $\frac{6}{5}$; c'est ce dont l'oreille seule peut juger, et il est aisé de prévoir sa décision : elle adoptera pour l'accord les sons qui donneront le maximum de sonorité et de douceur, c'est-à-dire qui formeront un accord sans battements, et dont les sons résultants 2 à 2 ne contiendront aucun son étranger à l'accord. Les sons correspondant aux nombres 4, 5, 6, 7 peuvent seuls satisfaire à ces conditions. En effet, les seuls sons résultants possibles dans un accord donné ont des nombres de vibrations respectivement égaux aux différences 2 à 2 des nombres de vibrations des sons primitifs; dans l'accord parfait, $1, \frac{5}{4}, \frac{3}{2}$ ou 4, 5, 6, les trois sons résultants possibles, correspondent donc aux nombres $6-5=1$, $5-4=1$, $6-4=2$, c'est-à-dire à des octaves graves du son fondamental 4. L'adjonction du son correspondant au nombre 7 ajoute 3 nouveaux sons résultants possibles, savoir : $7-6=1$, $7-5=2$, $7-4=3$, octaves et quinte du son fondamental, qui ne peuvent qu'augmenter la sonorité de l'accord. On voit qu'il n'en saurait être de même pour l'accord caractérisé par les nombres 20, 25, 30, 36, ou, ce qui revient au même, 4; 5; 6; 7,142, dont le dernier n'est pas entier, et, généralement, pour tout accord analogue où le quatrième nombre serait égal à $7 \pm \varepsilon$. Cette démonstration est rigoureuse et n'aurait pas besoin de la sanction de l'expérience : nous avons cru cependant, vu l'importance capitale de l'accord de septième de dominante dans l'harmonie, devoir chercher s'il existe des cas où ce nouvel intervalle de tierce mineure $\frac{7}{6}$ produit sur l'oreille un effet satisfaisant. Nous avons réussi par l'expérience suivante.

» On prend un violon et on met à peu près à l'unisson les deux cordes les plus hautes, puis on pose l'index sur l'une des cordes jusqu'à ce qu'on produise une tierce mineure $\frac{6}{5}$, ce dont on est averti lorsqu'on entend le son résultant 1, c'est-à-dire la tierce majeure grave du son fondamental 5; on obtient ainsi un accord très-harmonieux en lui-même, et dont la sonorité se trouve renforcée quand on écoute le son résultant qui s'entend très-aisément et qui complète ainsi un accord parfait. Si ensuite on baisse peu à peu le doigt jusqu'à ce qu'on entende, comme son résultant, la quinte grave du son fondamental, la tierce mineure alors produite par les deux cordes

est $\frac{7}{6}$, et si on écoute attentivement le son résultant, l'ensemble des trois sons forme un accord très-agréable, bien que la succession *mélodique* des deux sons aigus le soit fort peu.

» On voit nettement par cette expérience, très-facile à répéter, qu'il faut bien se garder de conclure de l'effet *harmonique* d'un intervalle à son effet *mélodique*, et réciproquement, et que tout raisonnement de ce genre doit être regardé la plupart du temps comme sans valeur.

» On voit aussi par là que le nombre premier 7 s'introduit naturellement dans les accords *harmoniques*. En est-il de même des nombres premiers suivants 11, 13?... C'est à l'oreille d'en décider; mais, en tout cas, il n'y a évidemment aucun intérêt à fixer la limite des nombres premiers qui peuvent entrer dans la valeur des sons constituant des accords *harmoniques*, et surtout à les écarter sous prétexte qu'ils correspondent à des sons qui *n'entrent pas dans la gamme ordinaire*, ou qui forment une succession *mélodique* discordante.

» Nous sommes donc définitivement amenés à conclure qu'il faut rejeter l'idée d'une gamme unique, c'est-à-dire d'un système d'intervalles *fixes* satisfaisant à la double condition d'être agréables à l'oreille, soit par leur succession, soit par leur superposition. Il y a, en réalité, deux systèmes musicaux dont l'un répond aux exigences de l'oreille pour la mélodie, l'autre à des exigences de nature différente pour l'harmonie, et encore, dans ce dernier, faut-il se garder de considérer comme identiques des intervalles auxquels la pratique musicale a assigné le même nom : les deux valeurs $\frac{7}{6}$ et $\frac{6}{5}$ que nous avons trouvées pour la tierce mineure *harmonique* le montrent suffisamment. On conçoit du reste, *à priori*, en faisant abstraction des idées que l'éducation musicale nous donne, que l'impression produite par deux sons peut fort bien ne pas être de la même nature, suivant qu'on les fait entendre *successivement* ou *simultanément*. Il n'y a aucun motif pour que deux sons dont la succession est agréable produisent encore un effet agréable par leur superposition; il y a même lieu de s'étonner que les intervalles d'octave, de quinte et de quarte satisfassent à cette double condition.

» Ces conclusions paraîtront peut-être étranges, au premier abord, en présence des résultats que contient l'ouvrage de M. Helmholtz sur la *Théorie physiologique de la musique*. L'éminent professeur de Heidelberg n'admet en effet qu'une seule gamme, composée des intervalles faisant partie du système que nous avons appelé *harmonique*, et il donne, pour la détermi-

nation des valeurs de ces intervalles, des démonstrations expérimentales concluantes. Loin de contester ces déterminations, nous y puisons une confirmation de nos idées, car M. Helmholtz a toujours étudié ces intervalles au point de vue purement *harmonique*, se servant pour les déterminer tantôt de l'absence de battements, tantôt de la nature des sons résultants, tantôt de la comparaison avec un harmonium convenablement accordé *harmoniquement*. Nous n'avons pas trouvé dans cet ouvrage d'expériences qui fussent franchement *mélodiques*, de telle sorte que nous espérons obtenir l'assentiment de l'auteur, et lever, par cette distinction d'un système musical *harmonique* et d'un système *mélodique*, des difficultés qu'il a lui-même signalées dans la seconde partie de son ouvrage.

» On peut se demander alors comment la musique actuelle, fondée sur l'emploi simultané de la mélodie et de l'harmonie, peut conserver son effet agréable, puisque les deux systèmes d'intervalles *mélodiques* et *harmoniques* ne sont pas les mêmes. Nous ne chercherons pas à analyser les impressions complexes qui constituent le caractère agréable de la musique; nous nous bornons simplement à constater que, lorsque l'oreille a le loisir d'écouter l'intervalle entre deux sons purs, de même intensité et de même timbre, elle est infiniment plus exigeante et plus sensible que dans les circonstances ordinaires où elle se trouve placée à l'audition d'un morceau de musique. Remarquons en outre que, dans les pianos, les orgues et dans les orchestres, tous les instruments, sauf les instruments à cordes, qui forment les accompagnements harmoniques, sont accordés d'après le système dit du *tempérament égal*, dans lequel les intervalles sont ou presque rigoureusement égaux aux intervalles communs aux deux systèmes que nous nommons *mélodique* et *harmonique*, ou *intermédiaires* entre ceux qui sont différents, de sorte qu'il y a une atténuation très-notable dans la discordance qui devrait résulter de l'opposition simultanée des deux systèmes. Du reste les compositeurs savent parfaitement que, dans bien des cas, on peut se permettre des altérations dans les intervalles sans que l'oreille en soit sensiblement blessée : les modulations appelées *enharmoniques* en sont un exemple; mais il faut bien remarquer néanmoins qu'on ne peut altérer ainsi les intervalles qu'à la faveur des circonstances spéciales dont le détail nous entraînerait tout à fait hors de notre sujet. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Nouveau mode de fabrication et de raffinage du sucre.* Note de M. F. Margueritte, présentée par M. Dumas.

(Renvoi à la Section de Chimie.)

« On sait que le procédé actuel de fabrication, malgré les divers perfectionnements dont il a été l'objet depuis quelques années, ne permet pas d'extraire, à beaucoup près, la totalité du sucre contenu dans la betterave, et que le résidu qu'il abandonne renferme environ 50 pour 100 de son poids de la substance qu'il s'agit d'obtenir. Les combinaisons de la baryte et de la chaux avec le sucre, indiquées par M. Peligot, l'osmose et la dyalise, découvertes et étudiées par MM. Dutrochet et Graham, ont donné lieu à diverses applications, dans le but de retirer, de la mélasse, le sucre qu'elle retient à l'état incristallisable. Nous avons essayé de résoudre cette question, si intéressante pour l'industrie sucrière, et nous avons commencé cette étude par l'analyse de la mélasse.

» On connaît une partie des éléments qui composent la mélasse : dans les produits de son incinération, on a très-exactement déterminé la nature des bases, et constaté l'existence de la potasse, de la chaux et de la soude. Quant aux acides, aux matières colorantes et extractives, on ne possède que fort peu de renseignements sur ces substances.

» Pour obtenir les acides organiques, il y a deux méthodes qui sont le plus ordinairement employées : 1° on précipite les sels organiques par l'acétate de plomb neutre ou tribasique, et on décompose le sel plombique par l'hydrogène sulfuré pour mettre l'acide en liberté; 2° on traite les sels potassiques par un mélange d'alcool et d'acide sulfurique, qui forme du sulfate de potasse et dissout l'acide organique déplacé. Cette seconde méthode, que nous avons suivie, a été indiquée par MM. Liebig, Gmelin et Zeise (1) pour la préparation de divers acides. Elle est très-simple, toujours efficace, et permet d'obtenir le produit cherché, sans altération, ce qui n'a pas toujours lieu dans la décomposition des sels organiques de plomb par l'hydrogène sulfuré.

» D'après ces indications, nous avons traité, par un excès d'alcool additionné d'acide sulfurique, de la mélasse, qui, après une agitation suffisante, s'est modifiée en donnant d'un côté un précipité considérable, et de l'au-

(1) *Annales de Poggendorff*, 1822-1825.

tre une liqueur très-colorée; nous avons trouvé :

Dans la dissolution :	Dans le précipité :
L'acide métapectique,	Le sucre,
» parapectique,	La métapectine,
» lactique,	La parapectine,
» malique,	L'acide apoglucique,
La mannite,	Les sulfates de potasse, de soude et de chaux (1).
L'assamarre,	
Diverses matières colorantes.	

» On voit que la liqueur alcoolique, tout en retenant certains éléments de la mélasse, précipite divers produits qui restent mélangés au sucre et le rendent impur : d'où il suit que la méthode d'analyse ne peut pas être employée industriellement pour purifier et extraire le sucre. Toutefois, le mélange d'alcool et de différents acides a été plus d'une fois proposé pour le traitement des matières sucrées, et un système exactement fondé sur l'emploi et les réactions des substances que nous venons d'indiquer a été essayé il y a très-longtemps, mais sans succès (2), pour décolorer et purifier les sucres bruts. On comprend, par ce qui précède, pourquoi ce procédé ne pouvait réussir.

» Répétant ces expériences, nous avons tenté d'arriver au but qui n'avait pas été atteint, c'est-à-dire de séparer le sucre des impuretés qui l'accompagnent en le dissolvant dans de l'alcool à 70 ou 80 degrés, et nous avons obtenu ainsi les résultats les plus satisfaisants. Cependant ce mode de travail présente quelques difficultés d'exécution. A froid, le sucre exige du temps et de grandes quantités d'alcool pour se dissoudre, et à chaud il y a l'inconvénient d'échauffer un liquide volatil et inflammable.

» En cherchant à rendre l'opération plus simple et plus pratique, nous avons été conduit à opérer d'une manière toute différente. Au lieu de précipiter le sucre par un excès d'alcool concentré, nous l'avons maintenu en dissolution en employant de l'alcool relativement étendu (85 degrés). On a pu ainsi filtrer la liqueur, pour écarter les sulfates et la plus grande partie des substances insolubles, puis on a ajouté un deuxième volume d'alcool à 95 degrés, pour concentrer le milieu et déterminer la cristalli-

(1) MM. Fischman et Mendès, qui suivent dans mon laboratoire cette étude commencée depuis longtemps, pourront bientôt, je l'espère, en publier les résultats. Je suis heureux de les remercier ici du concours qu'ils m'ont apporté dans ces longues et difficiles recherches.

(2) M. Paulet, 1837-1838.

sation du sucre. Dans les conditions de cette expérience, le degré moyen de l'alcool est tel, que le sucre devrait immédiatement cristalliser; cependant il ne se dépose qu'avec une extrême lenteur. Cette inertie momentanée du sucre laisse tout le temps nécessaire pour effectuer d'abord l'élimination complète et définitive des substances étrangères, et permet d'obtenir ensuite le sucre dans un état de grande pureté.

» La liqueur alcoolique, qui retient ainsi plus de sucre qu'elle ne doit normalement en dissoudre, affecte un état particulier qu'on désigne sous le nom de *sursaturation*. Ce phénomène est bien connu, surtout depuis les travaux de M. Gernez, et se présente presque constamment dans les solutions salines et sucrées.

» Cet état de sursaturation constaté, il était dès lors facile de déterminer la cristallisation rapide du sucre par l'intervention de cette même substance en cristaux ou en poudre. En effet, l'addition à la liqueur alcoolique du sucre pulvérisé provoque, dans un temps très-court, le dépôt de la totalité du sucre qu'elle peut abandonner, de même que la présence et le séjour des cristaux dans les sirops de fabrique et de raffinerie développent la cristallisation, quoique d'une manière infiniment plus lente. Le degré alcoométrique de la solution s'élève, le volume du sucre ajouté s'accroît, et en moins de cinq heures la cristallisation est complète; tandis qu'en l'absence de cristaux étrangers, elle n'est terminée qu'après huit jours, et plus encore.

» Voici, en quelques mots, comment on opère. On mélange par l'agitation 1 kilogramme de mélasse, marquant à froid 47 degrés Baumé, avec un litre d'alcool à 85 degrés, acidulé de 5 pour 100 d'acide sulfurique monohydraté. On obtient ainsi une liqueur qui, filtrée et additionnée d'un litre d'alcool à 95 degrés, fournit, au contact de 500 grammes de sucre en poudre, un excédant de 350 grammes de sucre pur (1), soit 35 pour 100 du poids de la mélasse ou 70 pour 100 du sucre qu'elle renferme (50 pour 100). Le produit clairсé avec son volume d'alcool à 95 degrés, puis séché, a pour composition :

Sucre cristallisable	99,50
Cendres	0,05
Glucose	traces inappréciables.

(1) Il suffit d'ajouter à la liqueur alcoolique 0,006 de chlorure de calcium ou de baryum pour précipiter les dernières traces de sulfates qui restent dissous, et le sucre obtenu est alors pur de sulfates et de chlorures.

» Telle est, dans toute sa simplicité, cettte opération, dont la marche et la réussite industrielles sont basées sur une observation purement scientifique, qui reçoit ici une intéressante application.

» Environ 10000 kilogrammes de matières sucrées (mélasses, 3[e] jet de fabrique, derniers jets de raffinerie) ont été traités de cette manière, et ils ont donné sur le rendement normal des augmentations considérables et toujours proportionnelles, comme cela devait être, à la quantité réelle de mélasse que renferme le produit traité.

» Pour l'essai pratique de ce procédé, nous avons eu recours à l'obligeance d'un de nos amis, M. de Sourdeval, qui a bien voulu mettre son usine de Laverdines à notre disposition et nous aider de ses conseils; nous avons ainsi trouvé un précieux concours, qui manque si souvent aux applications nouvelles.

» En résumé, ce procédé permet de traiter tous les produits sucrés sans aucune exception, et il présente les avantages suivants :

» 1° Extraction de 35 à 38 kilogrammes de sucre de 100 kilogrammes de mélasse, ce qui correspond à une augmentation, sur le rendement total de la fabrication, de 24 à 26 pour 100 environ;

» 2° Obtention *directe et immédiate* du sucre dans un état de grande pureté, sans passer par les dissolutions, cuites et déchets du travail ordinaire, ce qui est un résultat très-important;

» 3° Suppression presque radicale du noir animal dans les fabriques et raffineries. »

PHYSIOLOGIE. — *Des bruits physiologiques de la respiration.* Note de M. L. Bergeon.

(Renvoi à la Section de Médecine et de Chirurgie.)

« Lorsqu'on pratique alternativement l'auscultation dans la poitrine et à la région cervicale un peu au-dessous de la glotte, on observe, entre l'inspiration et l'expiration, un rapport complétement changé : dans la poitrine, le bruit respiratoire est tout à la fois plus intense et plus long; à la glotte, au contraire, c'est le bruit expiratoire.

» La raison de cette alternance se trouve : 1° dans le siége différent de ces bruits; 2° dans le mécanisme spécial du bruit expiratoire.

» Tous les auteurs qui ont ausculté des animaux trachéotomisés ont noté, après l'opération, un silence complet à la région glottique et un affaiblissement de l'expiration dans la poitrine; plusieurs signalent avec raison la

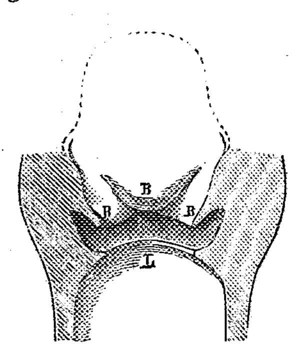
disparition complète de ce bruit. C'est en effet ce qui doit toujours arriver; mais il suffit d'un lambeau de muqueuse, retombant dans la trachée, ou de quelques gouttes de sang, pour induire en erreur.

» Je dois à l'obligeance de M. Trasbot, chef de service à l'École d'Alfort, d'avoir pu répéter tout récemment ces expériences. Sur un chien de taille moyenne, que nous avions eu soin de faire courir avant l'opération, afin de rendre la respiration plus active et par suite plus perceptible, M. Trasbot pratiqua une section transversale de la trachée à deux ou trois centimètres de la glotte. Aussitôt, l'expiration disparut; l'inspiration, au contraire, continuait à s'entendre dans la poitrine : son intensité était à peine diminuée. Ce résultat, très-évident, fut constaté par les élèves qui assistaient à l'expérience.

» Le bruit inspiratoire a donc, pour ainsi dire, un double siége: la glotte et le poumon; le bruit expiratoire, au contraire, un siége unique : la glotte.

» Pour les bruits de l'inspiration, ainsi que l'ont démontré MM. Chauveau et Bondet, le courant d'air traverse, au niveau des cordes vocales inférieures, un orifice rétréci. Il se forme une veine fluide dans la trachée; c'est ce qui explique le bruit glottique inspiratoire. De même, en pénétrant l'alvéole, il se forme encore dans ces petites cavités des veines fluides, dont l'ensemble produit la partie inspiratoire du murmure vésiculaire. Mais, pour l'expiration est-ce le même mécanisme? Le bruit est-il dû aux vibrations d'une veine fluide, se formant aux cordes vocales inférieures, allant retentir dans l'arrière-gorge, et qu'on entendrait par propagation en retour dans la trachée, les bronches et le poumon? Non, parce que : 1° le bruit de la veine fluide se propage dans le sens de l'écoulement, jamais en sens inverse; 2° au lieu de trouver, comme dans l'inspiration, une dilatation brusque après le rétrécissement, condition très-favorable aux vibrations de la veine fluide, le courant de l'expiration arrive dans un espace rétréci de nouveau par la base de l'épiglotte et les cordes vocales supérieures; 3° enfin, à la région glottique le bruit de l'expiration est non-seulement plus fort, mais aussi *plus prolongé;* et comme la quantité d'air est la même pour l'inspiration et l'expiration, si le bruit de cette dernière est plus long, c'est que l'air sort moins vite de la poitrine qu'il n'y entre (c'est du reste ce que démontrent les tracés de la respiration). Or l'intensité du son croît avec la vitesse du courant d'air; ce serait donc encore une cause d'affaiblissement du bruit expiratoire, et s'il était dû aux vibrations d'une veine fluide, il ne s'entendrait pas même dans la trachée, à plus forte raison jusqu'à la base de la poitrine.

» Lorsque l'air traverse un orifice rétréci, il vibre et forme une veine fluide; mais si en face du courant d'air on place un petit obstacle, aussitôt le son acquiert plus d'intensité, et son mode de propagation change. C'est alors un mécanisme analogue au biseau du sifflet.



» En considérant l'intérieur d'un larynx, on peut se convaincre que cette disposition en biseau existe au-dessus des cordes vocales inférieures; nous voyons, en effet, qu'après avoir traversé l'orifice L, l'air arrive obliquement en haut et en avant, et vient se briser aux points BBB, à la base de l'épiglotte et contre les cordes vocales supérieures dont le bord libre est dirigé en bas et en dedans. La figure représente une coupe transversale d'un larynx dont j'ai enlevé la partie postérieure. On voit que les points BBB constituent un biseau hémi-circulaire, au-dessous duquel la partie ombrée indique le cul-de-sac formé par la réunion en avant des ventricules du larynx. Cette disposition, qui rappelle tout à fait celle de l'aorte insuffisante, est très-favorable à la production du son.

» Le bruit expiratoire, produit par le mécanisme du *biseau*, sera donc plus intense que le bruit inspiratoire, formé seulement par l'*orifice rétréci*. De plus, c'est aux points BBB que se brise le courant expiratoire et que se fait, par conséquent, l'*ébranlement primitif*; or, comme c'est toujours dans le sens de l'ébranlement primitif, quelle que soit la direction du courant, que se propage le son, ce sera, dans le cas actuel, en sens inverse du courant, c'est-à-dire de la glotte au poumon. Voilà pourquoi le bruit expiratoire, bien que se formant à la glotte, s'entend cependant à la base de la poitrine; mais comme il s'affaiblit en se propageant, il nous paraîtra dans le poumon moins fort et moins long que le bruit inspiratoire qui se forme à ce niveau, sous notre oreille, dans l'alvéole pulmonaire.

» On entend quelquefois, à la base du cœur, un double bruit de souffle dont les caractères rappellent tout à fait ceux des bruits respiratoires écou-

tés à la trachée, c'est lorsque l'aorte est rétrécie et insuffisante. (Il ne faut pas perdre de vue ce principe de physique, que les mêmes lois acoustiques régissent l'écoulement des gaz et des liquides.) Au moment de la systole ventriculaire, la masse sanguine lancée par une contraction musculaire franchit l'aorte en vibrant; il se forme à ce niveau une veine fluide dont le frémissement et le bruit, se propageant avec le courant, s'étendent jusque dans les vaisseaux du cou. Peut-on comprendre par le même mécanisme le bruit diastolique? Mais, dans l'ondée en retour de l'insuffisance, le peu de liquide qui retombe dans le ventricule, la force d'impulsion beaucoup moindre, la direction de la veine dont les vibrations s'entendraient dans le ventricule, c'est-à-dire à la pointe, sont autant de causes qui rendraient le bruit diastolique imperceptible. Enfin, et cette considération est péremptoire, comment expliquer le frémissement qui remonte quelquefois jusque dans les carotides? il est physiquement impossible qu'une veine fluide produise un frémissement en amont du rétrécissement.

» Nous retrouvons donc les mêmes difficultés que pour comprendre par une veine fluide le bruit expiratoire. Avec le mécanisme du biseau, au contraire, on explique facilement ces différences d'intensité et de propagation.

» En effet, de même que le courant d'air de l'expiration vient se briser sur la base de l'épiglotte et le rebord des cordes vocales supérieures, de même l'ondée sanguine en retour vient se briser sur le rebord des valvules insuffisantes; une partie du sang retombe dans le ventricule, l'autre est refoulée dans des culs-de-sac des sigmoïdes, et c'est au niveau de cette division que se fait l'ébranlement primitif, de la même manière que sur la base de l'épiglotte et aux cordes vocales supérieures pour le courant expiratoire. C'est aussi de la même manière que se propagera le son, en sens inverse du courant. Voilà pourquoi le souffle et le frémissement remontent l'aorte, tandis que le sang retourne au ventricule; voilà pourquoi le bruit expiratoire retentit de la glotte au poumon, tandis que l'air est chassé de la poitrine.

» Cette théorie n'est pas seulement applicable à l'insuffisance aortique, mais à toutes les autres : ainsi, pour l'insuffisance mitrale, si le bruit de souffle était dû à une veine fluide allant se former dans l'oreillette, on entendrait le maximum d'intensité à la base du cœur; c'est au contraire à la pointe qu'on les perçoit, parce qu'il prend naissance sur le rebord de la valvule insuffisante. C'est toujours le même mécanisme, qu'on pourrait appeler *mécanisme des insuffisances.*

» En faisant des expériences sur ce sujet, nous avons pu, M. Bravais et moi, reproduire tous ces phénomènes : ainsi, avec les conditions mécaniques des insuffisances, nous obtenions un bruit de souffle et un frémissement allant en sens inverse du courant; c'était le contraire dans les cas de rétrécissement.

» En résumé, les bruits de la respiration peuvent s'expliquer : pour l'inspiration, par des veines fluides se formant à la glotte et dans les alvéoles pulmonaires. Mais pour l'expiration c'est un mécanisme tout différent : ce mécanisme, qui est celui du biseau, explique pourquoi le bruit expiratoire est plus fort à la glotte que le bruit inspiratoire; il explique, en outre, sa propagation en sens inverse du courant.

» C'est en vertu des mêmes lois acoustiques qu'on peut comprendre l'intensité et le mode de propagation du bruit de souffle dans les insuffisances valvulaires. »

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance : 1° l'Éloge de Velpeau, prononcé à la Société de Chirurgie par *M. U. Trélat;* 2° une brochure de *M. l'abbé Moigno*, intitulée « Saccharimétrie optique, chimique et mélassimétrique » ; 3° l'Année scientifique (8e année), par M. *P.-.P Dehérain.*

ASTRONOMIE. — *Sur l'atmosphère du Soleil.* Lettre de **M. Ch. de Littrow** à M. Le Verrier.

« Vienne, le 18 février 1869.

» Votre remarque dans le *Compte rendu* du 8 février, p. 317, que la continuité du bord rouge tout autour du Soleil soit prouvée aussi par la vision directe est si vraie, que je me sentais induit au même résultat dès l'année 1851. Comme la voie par laquelle j'y suis arrivé diffère, en certains points, de votre argumentation, je prends la liberté de transcrire ici en français le passage suivant d'une de mes publications sur l'éclipse de 1851, dans les *Astronomische Nachrichten*, t. XXXIV, p. 31 :

« Les bords rouges, devançant et suivant le Soleil, observés par moi et » par MM. Mauvais (à Dantzig), Good (à Kropp, près de Helsingborg), » Dawes (à Raevelsberg, près d'Engelholm), d'Arrest (à Königsberg), » Olufsen (à Calmar) et Ravn (à Christiansoe) ne sont pas immédiatement » comparables entre eux quant à l'angle de position, parce que cette

» donnée est aussi variable pour les différentes stations que le point de » contact intérieur au disque de la Lune. Il me semble important de re- » marquer que ce bord rouge est d'une étendue et d'une durée d'autant plus » grandes que l'observateur est plus proche de l'une des limites de la zone » de totalité, c'est-à-dire que des parties plus larges des périphéries du » Soleil et de la Lune sont plus près l'une de l'autre pendant l'éclipse to- » tale. M. Dawes, apparemment, observa le bord rouge beaucoup plus lui- » sant que moi (à Rixthoeft, près de Dantzig); pour M. Good, le bord rouge » n'était plus séparé en deux parties comme je l'avais vu moi-même, mais » uni, se prolongeant d'un point de contact intérieur à l'autre, et con- » stant. Tout cela me fortifie dans l'opinion conçue déjà par mon observa- » tion seule, que ce bord rouge forme une couche environnant toute la » photosphère du Soleil, et gonflée çà et là en protubérances peut-être par » des exhalaisons sortant des taches ou facules. »

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Nouveau document authentique relatif à la cécité de Galilée.* Note de **M. G. Govi.**

« On trouve, aux Archives des Contrats (*Archivio dei Contratti*) de Florence, deux testaments inédits de Galilée, le premier du 15 janvier 1632 *ab incarnatione* (15 janvier 1633) [cinq jours avant le départ de Galilée pour Rome, où il n'arriva que le 13 février], fait par-devant Me Jean-Marie Tantini à Florence, dans la rue *delle Pinzochere;* l'autre notarié par Me Graziadio Squadrini, le 21 août 1638, dans la maison de campagne de Galilée sur la paroisse de Sainte-Marguerite. Ce dernier, qui est suivi d'un *codicille* passé par-devant le même notaire, le 19 novembre 1638, en la maison de Galilée, sur *la costa di S. Giorgio* (paroisse du Saint-Esprit), suffira peut-être pour trancher toute discussion ultérieure, relativement à la date de la cécité de Galilée et à l'authenticité des documents qu'on produit comme écrits de sa main postérieurement à cette date.

» Après les formules d'usage et le dénombrement des huit témoins (dont un notaire) qui assistaient à la rédaction du testament, Me Graziadio Squadrini débute de la sorte :

« Le Seigneur Galileo Galilei, fils de feu Vincent Galilei, Citoyen de » Florence, Mathématicien de S. A. S., sain d'esprit, des sens, du corps » et de l'intelligence, PRIVÉ CEPENDANT TOUT A FAIT DE LA LUMIÈRE DES » YEUX (*privo bene in tutto della luce degli occhi*), se sentant fort âgé, et sa- » chant qu'il ne peut pas lui rester longtemps à vivre; très-sûr que son

» existence doit immanquablement avoir une fin, sans aucune certitude
» relativement au temps où cela doit arriver, ce dont la Sainte-Église nous
» avertit en ces termes : « *Soyez préparés à la mort, car on n'en connaît ni le*
» *jour, ni l'heure* », et ne voulant pas, au moment où son âme devra quitter
» son corps, avoir à s'occuper de faire son testament, qu'il a cependant,
» pour plusieurs motifs, l'intention de faire; présentement, et par cet acte
» public, a entendu faire et a fait son TESTAMENT NUNCUPATIF, c'est-à-dire
» sans l'écrire, de la manière et sous la forme suivante : etc, etc. ».

» Il serait tout à fait inutile de rapporter ici les dispositions contenues dans ce testament, qui a été le dernier fait par Galilée, et dont le *codicille* n'a pour objet que d'annuler un legs fait précédemment à ses neveux, fils de Michel-Ange Galilei; mais il ne sera pas hors de propos de faire observer qu'il n'y est question d'aucune *femme*, ni d'aucune *maîtresse*, à laquelle Galilée aurait laissé quoi que ce soit, à quelque titre que ce fût; et qu'il ne lègue ses biens qu'à ses enfants : Sœur Archangèle et Vincent (Sœur Marie-Céleste était déjà morte), et aux fils de ce dernier, sous condition expresse pour ceux-ci de la perte de tous droits à l'héritage dans le cas où ils prendraient l'habit de quelque ordre religieux.

» Je saisis cette occasion pour ajouter que, non-seulement les Lettres écrites à Boulliau, qu'on avait invoquées pour prouver que Galilée y voyait encore après le mois de décembre 1638, ne sont pas écrites de sa main, mais que la fameuse Lettre au P. Castelli, du 25 juillet 1638, dont l'original se trouve au tome VI de la VI^e^ *Partie* des Manuscrits de Galilée à la Bibliothèque nationale de Florence, est entièrement écrite et signée par son fils Vincent Galilei, dont l'écriture est très-facile à reconnaître. »

M. Chasles, après avoir entendu la lecture de cette Lettre, s'exprime comme il suit :

« M. Govi continue de vouloir, de même que le P. Secchi et MM. Faugère et Henri Martin, que Galilée ait été complétement aveugle dans les dernières années de sa vie. Il cite un acte testamentaire du 19 novembre 1638, « qui suffira peut-être, dit-il, à trancher toute discussion ulté-
» rieure relativement à la date de la cécité de Galilée, et à l'authenticité
» des documents qu'on produit comme écrits de sa main postérieurement
» à cette date. »

» Cet acte, bien qu'il porte que Galilée est privé tout à fait de la lumière des yeux, n'a nullement la signification que lui attribue M. Govi : car, ainsi

que vient de le dire aussitôt M. Élie de Beaumont, cette mention de la cécité de Galilée était une conséquence naturelle du Rapport de l'Inquisiteur de Florence du 13 février précédent, Rapport bienveillant dans toutes ses parties, comme je l'ai dit (1), et tendant à faire obtenir à Galilée la liberté de venir d'Arcetri à Florence, où il trouverait les soins d'un médecin, qu'exigeait le mauvais état de sa santé. On conçoit que le notaire, ou plutôt Galilée lui-même devait confirmer et non contredire le Rapport officiel par lequel l'Inquisiteur avait secondé, auprès de la Cour de Rome, les désirs du grand-duc et de tous les amis de l'illustre Florentin.

» Ce document n'a donc point l'autorité et n'entraîne nullement les conséquences que paraît lui attribuer M. Govi.

» Sans vouloir revenir sur cette question, que je crois épuisée, puisque le P. Secchi et MM. H. Martin et Faugère gardent le silence, je rappellerai que j'ai combattu les assertions et raisonnements de mes adversaires de trois manières (2) : 1° Par une analyse des Lettres de Galilée imprimées dans le Recueil de ses œuvres, de M. Albéri, où, en m'appuyant sur les remarques très-judicieuses de M. Volpicelli, j'ai montré que ces Lettres impliqueraient des contradictions manifestes, si l'on entendait qu'il s'y agit d'une cécité complète, et non des états alternatifs d'une maladie des yeux; 2° En produisant de nombreuses Lettres autographes de personnages célèbres du XVII^e^ siècle, relatives à cette maladie que l'on voulait faire passer pour une cécité proprement dite et une punition du Ciel infligée pour cause d'athéisme: Lettres que j'aurais pu produireen bien plus grand nombre encore, comme je l'ai dit; 3° En remarquant que les Lettres dans lesquelles Galilée s'excuse, en 1640 et 1641 notamment, auprès de quelques amis, auprès du grand-duc et des princes de sa famille, de se servir de la main d'un autre, prouvent que ce qu'il appelle sa cécité s'entendait de l'état maladif de ses yeux et non d'une cécité absolue, que tout le monde aurait connue depuis longtemps, et dont il n'aurait point eu à parler.

» Il semble que cette remarque que suggère le simple bon sens demande à être prise en considération par quiconque se flatte de traiter sérieusement la question. Cependant, je le répète, M. Govi, M. H. Martin, M. Faugère persistent à garder le silence, comme si l'initiative qu'ils ont prise auprès de l'Académie n'exigeait pas qu'ils s'expliquassent sur ce point, et convinssent même de la difficulté qu'ils peuvent y rencontrer.

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXV, p. 828 (séance du 18 novembre 1867).
(2) *Comptes rendus*, t. LXVII, p. 9-28 (séance du 6 juillet 1868).

» Je possède plus de deux mille Lettres de Galilée, réunies en grande partie par Louis XIV, grand admirateur du très-illustre Astronome, auquel s'étaient intéressés son père, son aïeule Marie de Médicis, et tous les savants français (1). J'ai dit les causes pour lesquelles les correspondances de Galilée, dans ses dernières années, étaient presque toutes avec les étrangers. J'ajouterai ici que, parmi mes deux mille Lettres et plus, il s'en trouve quelques centaines qui ont été écrites par le prétendu aveugle, dans le cours des quatre dernières années de sa vie, jusqu'aux derniers jours de novembre 1641.

» Ces Lettres, je les montre à qui veut les voir, et je m'étonne que M. Govi, qui a résidé à Paris et y a laissé peut-être des amis, n'en ait chargé aucun de venir prendre connaissance de ces Documents, et de l'éclairer à ce sujet.

» Veut-il bien me permettre de le prier de s'informer, quand il en aura l'occasion, d'une Lettre de Galilée du 5 novembre 1639, qui se trouverait, m'a-t-on dit, dans le tome V du Recueil de ses correspondances, et qu'on me signale comme autographe et même d'une main très-ferme. Je serais très-flatté que M. Govi voulût bien m'informer du résultat de son enquête, ou en faire le sujet d'une communication à l'Académie (2). »

« M. **Élie de Beaumont** fait observer que le testament de Galilée est rédigé comme il devait l'être dans les circonstances où il l'a dicté.

» Galilée était *officiellement* aveugle. L'inquisiteur chargé de le visiter dans sa retraite d'Arcetri l'avait *déclaré aveugle*. Galilée ne pouvait, dans un acte authentique, passé devant huit témoins, contredire cette déclaration bienveillante, sous l'égide de laquelle, quand il le voulait, il allait en se promenant à Florence, dont sa demeure n'était éloignée que de 2 kilomètres environ. Il a pris soin, au contraire, de la confirmer, et il l'a fait en termes explicites, qui pourraient même paraître un peu affectés de la part d'un homme qui n'aurait pas craint qu'on doutât de sa complète cécité (*privo bene in tutto della luce degli occhi*).

» Le testament *notarié* de Galilée ne nous apprend donc rien de nouveau. »

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXVIII (séance du 4 janvier 1869).

(2) On me dit aussi qu'il existe dans la Bibliothèque de Florence deux Lettres de Galilée non comprises dans le même Recueil, l'une du 10 mai 1640, et l'autre du 9 mars 1641, et non mentionnées par M. Albéri. Il pourrait être intéressant de faire connaître ces Lettres.

PHYSIQUE. — *Action de la chaleur sur la force électromotrice des piles.* Note de **M. A. Crova**.

« La chaleur exerce une influence très-variable sur la force électromotrice des piles. La nature de cette action peut intéresser divers points de la théorie des piles : elle peut particulièrement servir à vérifier l'exactitude de la loi de M. Joule, sur la proportionnalité des forces électromotrices aux équivalents calorifiques des réactions chimiques produites dans les piles. On doit, en effet, se demander à quelle température doit être prise la force électromotrice d'un élément voltaïque, et quelle correction il faut lui faire subir pour que la loi de M. Joule soit vérifiée. Telle est, en peu de mots, la direction de mes recherches; voici les premiers résultats que j'ai obtenus.

» Les causes d'erreur inhérentes à ces déterminations sont nombreuses, les principales sont : 1° les courants qui peuvent être produits par des différences de température entre les divers points de l'élément, et auxquels on attribue généralement une origine thermo-électrique; 2° les réductions exercées à chaud par les métaux sur les liquides dans lesquels ils sont plongés. J'attribue principalement à ces deux causes le peu d'accord qui existe entre les résultats obtenus par les physiciens qui se sont occupés de cette question : la brièveté de cette Note ne me permet pas de discuter les observations publiées sur ce sujet.

» Pour me mettre à l'abri de ces influences perturbatrices, je donne à l'élément la forme d'un tube en U; les deux branches contiennent les deux solutions et les métaux dont la réunion constitue le couple voltaïque; la cloison poreuse qui doit séparer les deux liquides est une colonne de sable siliceux bien pur. Cette disposition, fréquemment employée par M. Becquerel, offre ici l'avantage d'obtenir une température rigoureusement constante dans tous les points de l'élément. Les solutions salines préalablement titrées sont soigneusement privées d'air, et des précautions ont été prises pour éviter, autant que possible, les perturbations qui pourraient résulter soit de leur mélange, soit de leur réduction par les métaux qui y sont plongés.

» Les intensités, mesurées au moyen d'un galvanomètre de Weber, que l'Association scientifique de France a bien voulu mettre à ma disposition pour ces recherches, sont exprimées en unités électrochimiques. La force électromotrice prise pour unité est celle qui produit un courant dont l'intensité est égale à l'unité, la résistance totale du courant étant aussi l'unité,

c'est-à-dire la résistance à zéro degré d'une colonne de mercure de 1 mètre de longueur et de 1 millimètre carré de section.

» La force électromotrice de l'élément chauffé a été comparée à celle d'un élement constant, soit au moyen d'une construction graphique très-simple fondée sur la formule de Ohm, soit par la méthode de compensation de M. Poggendorff. Cette dernière est seule applicable à l'étude des éléments dont la polarisation peut faire varier la force électromotrice.

» A la température de 15 degrés, la force électromotrice de l'élément Daniell est égale à 43. Elle diminue légèrement quand la température s'élève. Celle de l'élément formé de zinc plongeant dans le chlorure de zinc, et de platine plongeant dans le chlorure de platine, est égale à 52. Elle croît régulièrement avec l'élévation de température.

» L'accroissement de la force électromotrice est d'autant plus grand que la température est moins élevée.

» Celle de l'élément Smée est indépendante des variations de température. Dans ce cas, il est important d'éviter la polarisation de la lame de platine, en appliquant la méthode de compensation de M. Poggendorff. L'aiguille du galvanomètre étant au zéro, si l'élément chauffé à 100 degrés est plongé brusquement dans un bain à zéro, l'aiguille subit quelques légères oscillations, de part et d'autre du zéro, qui sont produites par l'action thermo-électrique des courants inégalement chauds qui s'établissent dans le liquide de l'élément, et revient immédiatement au zéro, en accusant ainsi l'invariabilité de la force électromotrice.

» On sait que, dans certains éléments, dans l'élément Daniell par exemple, la force électromotrice provenant de la réaction des deux liquides est de sens inverse à la force électromotrice totale de l'élément, et que le contraire a lieu dans d'autres éléments, dans celui de Grove par exemple.

» On sait, d'un autre côté, que la chaleur augmente la force électromotrice due à l'action mutuelle de deux solutions séparées par une cloison poreuse. Il était donc naturel de rechercher si la variation de la force électromotrice des éléments voltaïques ne serait pas en relation avec l'augmentation que subit, par l'action de la chaleur, la force électromotrice de réaction des deux liquides. L'expérience a confirmé cette prévision.

» Il résulte en effet de mes recherches :

» 1° Que la force électromotrice des éléments du premier genre (type Daniell) diminue régulièrement quand la température s'éléve;

» 2° Que celle des éléments du second genre (type Grove) augmente au contraire avec la température;

» 3° Que celle des éléments à un liquide (type Smée) reste indépendante des variations de température.

» Pour vérifier ces résultats d'une manière très-simple, il suffit d'opposer pôle à pôle deux éléments bien identiques et de placer dans le circuit un galvanomètre dont l'aiguille se fixera au zéro. En chauffant l'un des éléments, avec les précautions voulues, l'aiguille sera déviée d'une manière permanente, dans un sens qui varie avec la nature de l'élément. »

PHYSIQUE. — *Du zinc amalgamé et de son attaque par les acides.* Note de **M. J.-Ch. d'Almeida**, présentée par M. Balard.

« La résistance, que le zinc amalgamé oppose à l'attaque de l'acide sulfurique étendu, est expliquée aujourd'hui par l'état uniforme que le mercure donne à la surface du métal. Par suite de l'amalgamation, il n'existerait plus de ces irrégularités superficielles qui font de la lame plongée un assemblage de couples voltaïques indispensables, dit-on, à l'attaque du zinc par l'acide sulfurique dilué (1).

» Cependant Daniell (2), dans son célèbre Mémoire sur la pile, remarque que, dans les circonstances indiquées, une lame de zinc amalgamée se recouvre de bulles d'hydrogène, et il est disposé à penser que c'est l'hydrogène adhérent qui arrête la décomposition de l'eau par le zinc. Mais cet éminent physicien passe rapidement sur ce sujet et ne présente, pour justifier son explication, qu'une expérience peu concluante en vérité. Il mêle un peu d'acide azotique à la dissolution d'acide sulfurique et trouve que la lame de zinc se dissout en peu d'heures sans aucun dégagement de matières gazeuses. On conçoit qu'une preuve semblable ait peu frappé l'esprit des physiciens et que l'explication de Daniell soit tombée dans l'oubli.

» J'ai repris cette question, et les expériences qui suivent me semblent démontrer que c'est bien l'hydrogène adhérent qui rend si difficile l'attaque de l'amalgame de zinc.

» 1. Le dépôt de bulles signalé par Daniell est facile à observer: celles-ci couvrent toute la surface sans autre discontinuité que les minces cloisons qui les séparent. Elles ne sont pas indéfiniment adhérentes. De temps à autre l'une d'elles se détache et s'élève; immédiatement elle est remplacée par une

(1) Faraday, *Experimental Researchs*, t. I, p. 304, année 1834; — A. de la Rive, *Traité d'électricité*, t. II, p. 609, année 1858.

(2) *Philosophical Transactions*, année 1836, p. 108.

multitude d'autres, qui voilent la surface laissée libre, se fondent peu à peu ensemble, et les points où la perturbation s'est manifestée reprennent leur aspect. Le gaz dégagé forme un volume assez notable au bout de quelques heures, même lorsque la lame, parfaitement amalgamée, n'a qu'une surface de quelques centimètres carrés.

» 2. Les bulles adhérentes peuvent être détachées par des moyens mécaniques, tels que l'agitation, soit du liquide soit de la lame, ou bien encore par le frottement de cette lame avec un pinceau très-doux. Comme d'autres bulles apparaissent immédiatement aux points d'où les premières ont disparu, l'attaque est activée par ces actions, qui certes ne développent pas de couples voltaïques secondaires.

» 3. Lorsqu'on fait le vide au-dessus du liquide, les bulles se gonflent; leur force ascensionnelle s'accroît. Enfin, quand la raréfaction est poussée assez loin, la force d'adhérence qui s'opposait à l'ascension de ces petits aérostats est vaincue : les bulles se détachent, montent à la surface du liquide, d'autres se forment et ainsi indéfiniment.

» 4. Sur tout métal amalgamé, l'hydrogène reste attaché comme sur le zinc. Voici une expérience qui le prouve : une pile simple a été construite à la manière ordinaire, mais la lame de cuivre a été amalgamée. Aussitôt que les pôles sont réunis, la lame de cuivre se recouvre de bulles d'hydrogène qui restent attachées sur elle et qui, d'ailleurs, offrent toutes les particularités déjà signalées. Le courant de cette pile décroît avec une rapidité remarquable.

» 5. Tous les métaux inattaquables, qui peuvent être substitués au cuivre dans une pile, donnent les mêmes résultats lorsqu'ils sont amalgamés. Mais le mercure purifié est celui qui présente le plus d'intérêt. Lorsque l'on réunit les pôles de cette pile à mercure et zinc, la surface du mercure, d'abord très-brillante, se recouvre comme d'une rosée qui la voile; les bulles persistent avec une immobilité presque absolue.

» 6. Cette pile à mercure laisse répéter sous une forme assez élégante une expérience de M. Edm. Becquerel (1). Ce savant a reconnu que, par l'agitation, le courant d'une pile simple était considérablement augmenté; après de nombreuses expériences il a conclu que l'agitation dépolarisait la lame de cuivre en enlevant l'hydrogène déposé à la surface de ce métal. La réalité de cette explication peut se voir dans tous ses détails; il suffit de mettre notre pile (5) en relation avec un galvanomètre. Quand l'aiguille est

(1) *Annales de Physique et de Chimie*, 3e série, t. XLIV, p. 401, année 1855.

devenue presque stationnaire et qu'on agite soit le mercure, soit le liquide, ou même quand on enlève les bulles déposées en frottant lentement avec un pinceau, on aperçoit en même temps et le dégagement de l'hydrogène qui se sépare du mercure et l'accroissement de la déviation de l'aiguille : on a sous les yeux simultanément et la cause et l'effet.

» 7. L'accroissement du volume des bulles, qui produit leur ascension, a été effectué aussi par un procédé différent de celui qui a été déjà décrit (3). On a mis à profit la loi de la solubilité des gaz. A cet effet, les bulles ont été enveloppées d'une dissolution d'un gaz très-soluble dans l'eau. On sait qu'alors le gaz dissous doit gonfler ces bulles en se répandant dans l'atmosphère d'hydrogène qu'il enveloppe de toute part. Dans un appareil convenable, le mercure a donc été entouré d'une dissolution saturée d'acide chlorhydrique; le zinc restait d'ailleurs dans la solution ordinaire d'acide sulfurique. On a vu, comme on l'espérait, les bulles de gaz grossir avec rapidité et se dégager très-vivement.

» 8. Une conséquence nécessaire de l'expérience qui précède, c'est que, si l'acide chlorhydrique enveloppait le zinc amalgamé lui-même, il ne permettrait pas aux bulles d'hydrogène de rester adhérentes, et qu'une vive attaque aurait lieu. Cette conséquence prévue s'est merveilleusement vérifiée. Le zinc est, selon une expression reçue, comme dévoré quand on le plonge dans une solution saturée d'acide chlorhydrique; un bouillonnement violent montre la vivacité de l'attaque.

» 9. Les bulles d'hydrogène adhérentes au cuivre amalgamé peuvent disparaître par l'action d'un corps oxydant, et la pile, au lieu de s'affaiblir, garde son activité. Lorsqu'une dissolution d'acide sulfureux entoure la lame de cuivre amalgamé seulement, la pile conserve son intensité, et le zinc amalgamé de cette pile est rapidement dissous.

» 10. Aussi une lame de zinc amalgamé est-elle dissoute rapidement dans le mélange d'acide sulfurique et d'acide sulfureux. Mais ici l'action est complexe : car, ainsi qu'on le sait, l'acide sulfureux seul dissout parfaitement le zinc.

» 11. Tous les métaux polis et probablement tous les corps polis retiennent l'hydrogène adhérant à leur surface.

» Une lame d'argent bien polie, mais non amalgamée, se conduit en effet comme le cuivre amalgamé. Toutefois l'adhésion du gaz est moins forte; les bulles s'élèvent peu nombreuses, il est vrai, mais elles ne restent pas attachées avec la ténacité qu'elles montrent dans les expériences précédentes. Cependant l'aspect du phénomène semble indiquer que si l'on pouvait

obtenir un poli parfait de la lame, on retrouverait exactement les mêmes phénomènes qu'avec le mercure.

» 12. Une lame de zinc bien brillante, plongée dans la solution d'acide sulfurique, présente aux premiers moments, mais aux premiers moments seuls, exactement les mêmes phénomènes. Les bulles qui se forment grossissent beaucoup avant de se détacher; puis le zinc s'étant creusé par l'attaque est parsemé d'inégalités : des bulles petites et nombreuses sont en continuel mouvement d'ascension.

» Ces expériences et d'autres analogues prouvent que l'adhésion des gaz dépend du poli de la surface. Mais je n'insiste pas sur ce point, que j'espère développer dans une communication prochaine, où je donnerai la théorie de ce phénomène particulier, théorie que j'ai exposée, il y a déjà six semaines, à l'École Normale, dans une réunion assez nombreuse de physiciens.

» Aujourd'hui je me borne à conclure que la propriété singulière dont jouit le zinc amalgamé est due à l'adhérence de l'hydrogène sur la lame mise en expérience. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur l'analyse immédiate des diverses variétés du carbone.* Note de **M. Berthelot**, présentée par M. Balard. (Fin.)

III. *Carbone dégagé de ses diverses combinaisons.*

« J'ai extrait le carbone de ses combinaisons avec l'hydrogène, le chlore, le soufre, l'azote, l'oxygène, le bore, les métaux, en variant autant que possible les conditions de cette séparation.

» 1. *Combinaisons hydrocarbonées.* — Je les ai décomposées par la chaleur seule, par l'étincelle électrique, par le chlore, par l'oxygène, etc.

» *Chaleur.* — Les carbures d'hydrogène, décomposés par le passage de leur vapeur au travers d'un tube rouge, fournissent du carbone-amorphe doué d'un éclat métallique dans la partie qui adhère aux parois du tube, tandis que la portion centrale est pulvérulente et tache le papier. L'une et l'autre portion se dissolvent dans le réactif oxydant; mais la portion métallique, plus cohérente, exige un plus grand nombre de traitements.

» Le charbon fourni par les carbures benzéniques ne diffère pas à cet égard du charbon des autres carbures. Rappelons encore ici les faits semblables relatifs au charbon de cornue, au charbon de bois et au coke.

» *Étincelle électrique.* — J'ai examiné le charbon précipité par l'étincelle, dans la décomposition du gaz des marais. Il était formé de carbone-

amorphe, avec une petite quantité de graphite. Je pense que le carbone-amorphe était dû à l'action décomposante propre de la chaleur, et le graphite à celle de l'électricité. On sait en effet que ces deux causes concourent dans la réaction de l'étincelle; or on a vu précédemment que l'électricité transforme le carbone-amorphe en graphite électrique.

» *Chlore.* — J'ai précipité le carbone du gaz des marais au moyen du chlore : c'était du carbone-amorphe, comme celui que fournit la chaleur.

» *Iode et acide iodhydrique.* — La benzine, la naphtaline et divers autres carbures, chauffés à 280 degrés pendant plusieurs jours et avec une proportion d'hydracide insuffisante pour les saturer d'hydrogène, fournissent une matière charbonneuse spéciale, qu'il m'a paru intéressant d'examiner à cause de la basse température qui préside à sa formation. Les matières charbonneuses de la benzine et de la naphtaline se comportent toutes deux de la même manière : elles se dissolvent aisément dans l'agent oxydant, en formant un composé jaune-brun, très-émulsionable, facile à précipiter par l'addition d'un sel, en un mot, plus voisin qu'aucun autre de l'état des oxydes graphitiques, sans pouvoir cependant leur être assimilé.

» Le charbon de la benzine conserve cette faculté, même après avoir été calciné au rouge blanc dans l'hydrogène; mais il n'acquiert point par là la propriété de fournir un oxyde graphitique véritable.

» J'ai soumis à une étude spéciale les produits que l'on obtient en oxydant par l'acide nitrique pur le charbon de la benzine. Ces produits se dissolvent dans l'acide nitrique concentré; mais si l'on étend d'eau, il se précipite une résine brune, tandis qu'une substance analogue reste en dissolution. La première, desséchée, devient brune et fragile; elle déflagre à la façon des oxydes graphitiques; mais elle renferme les éléments nitriques. J'ai traité séparément par l'acide iodhydrique à 280 degrés cette résine insoluble, ainsi que la matière soluble, et j'ai reproduit des carbures gazeux, fort abondants, et un peu de carbures liquides.

» Le contact simultané de l'iode et de l'acide iodhydrique, à 280 degrés, ne détermine donc ni la formation du graphite, ni celle d'un charbon transformable en graphite par la calcination. Mais il en est autrement d'une température plus élevée. En effet, le charbon obtenu par la décomposition de l'éther iodhydrique dans un tube rouge renferme une quantité considérable de graphite, transformable par l'oxydation en un oxyde analogue à celui du graphite électrique. L'iode offre donc, à l'égard du carbone naissant et à cette température, la même aptitude modificatrice, en vertu de laquelle l'iode change si aisément le phosphore ordinaire en phosphore rouge et le

soufre fondu en soufre insoluble. — Ces états du soufre et du carbone sont précisément ceux qu'affectent les mêmes éléments, obtenus par la décomposition de leurs composés chlorurés.

» *Oxygène*. — Le noir de fumée représente le carbone précipité par combustion incomplète, phénomène dans lequel la chaleur concourt avec l'oxydation. On a vu plus haut que c'était du carbone-amorphe avec une trace de graphite. J'attribue le premier à l'action de la chaleur, le second à l'oxydation effectuée à une haute température.

» J'ai encore examiné la matière charbonneuse qui se produit par la combustion lente de l'acétylure cuivreux (1) à la température ordinaire. Elle s'est dissoute entièrement par l'oxydation.

» 2. *Chlorure de carbone*. — J'ai décomposé dans un tube rouge la vapeur du perchlorure de carbone, C^2Cl^4. La matière charbonneuse obtenue était un mélange de carbone-amorphe, avec une quantité assez considérable de graphite. Le chlorure de carbone ne fournit donc pas le même carbone que le gaz des marais, malgré l'analogie des formules C^2H^4 et C^2Cl^4.

» 3. *Sulfure de carbone*. — Le sulfure de carbone se décompose dans un tube rouge, en fournissant du carbone en feuillets minces et cohérents. Ce carbone renferme beaucoup de graphite; cependant il ne tache pas le papier.

» 4. *Azoture de carbone*. — Au contraire, le cyanogène, décomposé par l'étincelle, n'a fourni pour ainsi dire que du carbone-amorphe, avec une trace de graphite. J'attribue cette trace à l'influence propre de l'étincelle.

» 5. *Acide carbonique*. — J'ai décomposé le carbonate de soude, en le chauffant avec du phosphore. Le carbone ainsi obtenu est noir et léger; l'acide iodhydrique ne l'attaque pas à 280 degrés. Il se dissout par oxydation, en laissant un peu d'oxyde graphitique. On peut donc le regarder comme un mélange de carbone amorphe et de graphite.

» J'ai fait aussi réagir le sodium au rouge sur le carbonate de soude. En reprenant la masse par l'eau tout se dissout, sauf une petite quantité de carbone, qui est formée en grande partie de graphite.

» 6. *Carbure de bore*. — On sait que M. H. Sainte-Claire Deville a désigné sous le nom de *bore adamantin* une variété de bore cristallisé, dure et brillante, laquelle renferme quelques centièmes de carbone. Il est facile d'extraire le carbone, en traitant le bore par un courant de chlore sec à la

(1) Préparé avec l'acétylène formé sous l'influence de l'arc électrique et au moyen des éléments. Au bout de quelques années de conservation, j'ai séparé au moyen de l'acide chlorhydrique la matière charbonneuse qui avait pris naissance.

température rouge. J'ai opéré cette extraction à deux températures très-différentes, savoir : à une température inférieure à celle du ramollissement du verre et à une température voisine de la fusion de la porcelaine. Dans un cas comme dans l'autre, le carbone était constitué par du graphite, transformable en oxyde graphitique et ne renfermant pas la plus légère trace de diamant. La seule différence entre les deux essais, c'est que le graphite préparé vers le rouge sombre était amorphe; tandis que le graphite préparé au rouge blanc était cristallisé, sous cette forme hexagonale bien connue des minéralogistes.

» Le dernier carbone s'était déposé en partie à quelque distance de la place où le bore avait été placé d'abord : phénomène de transport qui est dû probablement à la formation temporaire d'un chlorure double de carbone et de bore. Quelques-uns des cristaux, par suite du développement inégal de leurs arêtes, offraient d'une manière frappante sous le microscope des apparences d'octaèdres tronqués, capables d'induire en erreur un esprit prévenu. Observés sur place, c'est-à-dire sur la surface où ils se sont déposés, ces cristaux présentent un éclat et un miroitement singulier, que l'on n'attendrait point d'une substance telle que le graphite. Cependant, la forme de ces cristaux, examinée de plus près, ainsi que leur transformation en oxyde graphitique, ne laissent place à aucun doute.

» 7. *Carbure de fer.* — On sait que le graphite se sépare de la fonte en lames cristallines. J'ai également examiné le carbone combiné dans le fer. Il a été extrait de la fonte blanche par deux procédés distincts, à savoir : par l'action du chlore au rouge sombre et par l'action du bichlorure de mercure (procédé de M. Boussingault).

» Le carbone ainsi obtenu est constitué dans les deux cas par un mélange de carbone amorphe (prédominant), avec un peu de graphite. Il serait intéressant de savoir s'il n'existe pas quelque relation entre les propriétés diverses des fontes ou des aciers et la nature amorphe ou graphitique du carbone qui s'y trouve à l'état de combinaison : je me propose de poursuivre mes recherches sur ce point.

» En résumé, le carbone séparé des carbures d'hydrogène par l'action de la chaleur ne renferme pas trace de graphite; tandis que le carbone séparé du sulfure et du chlorure de carbone par l'action de la chaleur, ou du bore par l'action du chlore, renferme une proportion considérable de ce même graphite. Le carbone séparé de l'acide carbonique (uni à la soude) ne peut pas être obtenu dans des conditions aussi simples et dépourvues de complications secondaires : sauf cette réserve, on a vu que ce carbone,

isolé soit au moyen du phosphore, soit au moyen du sodium, renferme aussi une certaine proportion de graphite. Il en est de même du carbone, séparé des composés organiques dans la combustion incomplète, c'est-à-dire avec le concours de la chaleur et de l'oxydation.

» Il résulte, je crois, de ces observations que le carbone en sortant des combinaisons hydrogénées, prend de préférence l'état de carbone amorphe; tandis que le carbone en sortant de ses combinaisons avec le chlore, le soufre, le bore et, peut-être, l'oxygène, avec le concours de la température rouge, offre une certaine tendance à prendre l'état de carbone-graphite. J'ai déjà signalé une opposition analogue entre les divers états du soufre dégagé de ses combinaisons (1). Ajoutons enfin que les carbones-graphites et les carbones-amorphes semblent représenter, non les états divers du carbone lui-même, tels qu'ils existeraient dans ses composés, mais certains états polymériques correspondants de cet élément. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Note sur le dosage du fer dans les fontes; par* **M. CH. MÈNE.** (Extrait.)

« Dans une communication récente, M. Berthelot a démontré que le carbone des fontes (autrement dit le graphite) pouvait devenir facilement hydrate de carbone, en passant à l'état d'acides graphitique, oxygraphitique et pyrographitique, ou bien encore, en le traitant à 280 degrés par l'acide iodhydrique et le réduisant, à l'état de carbures d'hydrogène.

» Mais il est une autre série de faits, que M. Berthelot n'a pas citée, qui se rencontre fréquemment dans l'analyse des fontes et des aciers, et qui donne naissance à des composés semblables. Quand on dissout une fonte dans un acide (sulfurique, azotique, chlorhydrique, eau régale), il y a toujours un carbure d'hydrogène gazeux qui se forme, puis du carbone qui se décompose en paillettes noires, mélangées de parties jaunâtres, micacées, très-apparentes par la dessiccation : c'est de l'acide graphique (du moins, les nombres que j'ai obtenus à l'analyse se rapprochent de ceux de M. Berthelot). De plus, il y a formation d'hydrates de carbone solubles dans la liqueur, en telle quantité qu'il est impossible, après cette action, de doser le fer par une solution de permanganate de potasse titrée, car ce sel se trouve

(1) *Leçons professées devant la Société Chimique de Paris en* 1864, p. 176. — Je prendrai la liberté de renvoyer à ces Leçons les personnes qui seraient curieuses de connaître le résumé définitif de mes observations et de mes opinions sur le soufre.

décomposé en quantités anormales et infinies. Si j'insiste sur cette dernière action, c'est qu'un certain nombre d'ouvrages de Chimie n'ont pas parlé de ce cas, et que j'ai vu souvent arriver des erreurs, dans des analyses analogues, quand on n'a pas soin de calciner et de détruire toute matière organique avant d'opérer le dosage du fer par le permanganate de potasse. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'action du perchlorure de phosphore sur le chloral.* Note de **M. E. Paterno.**

« Les aldéhydes traitées par le perchlorure de phosphore échangent leur oxygène contre 2 atomes de chlore. La même réaction paraît se produire lorsque, au lieu d'une aldéhyde (hydrure de radical acide), on emploie le chlorure acide correspondant. Il se forme, dans ce dernier cas, des dérivés trichlorés de l'hydrocarbure fondamental, qui renferment 3 atomes de chlore unis à un seul et même atome de carbone. Ainsi MM. Schischkoff et Rösing (1) ont obtenu, au moyen du chlorure de benzoïle C^7H^5OCl, le toluène trichloré $C^7H^5Cl^3$, et M. Berthelot a préparé un composé $C^4H^7Cl^3$ en partant du chlorure de butyryle C^4H^7OCl. Toutefois il arrive souvent que cette réaction est beaucoup plus compliquée. La raison en est que, lorsqu'une température élevée devient nécessaire, le perchlorure de phosphore se décompose en trichlorure et en chlore libre, lequel agit pour son propre compte et donne des produits d'une substitution plus avancée.

» Voulant entreprendre un travail sur l'isomérie des dérivés halogénés des hydrocarbures C^nH^{2n+2}, j'ai été conduit à rechercher si les produits de substitution chlorés des aldéhydes se comportent comme l'aldéhyde elle-même, vis-à-vis du perchlorure de phosphore. S'il en était ainsi, en effet, il serait possible d'obtenir une série de dérivés du diméthyle (hydrure d'éthyle), dont la constitution serait indiquée par la réaction même qui leur donnerait naissance. Ainsi, en partant de l'aldéhyde mono, bi et trichlorée, on obtiendrait les composés :

$$CH^2Cl, CHCl^2, \quad CHCl^2, CHCl^2, \quad CCl^3, CHCl^2.$$

» Ces composés, comparés à ceux de même formule qui ont été obtenus par M. Regnault et par d'autres chimistes par des moyens différents, jetteraient un jour nouveau sur la constitution de ces derniers.

» J'ai commencé mon travail par l'étude de l'action que le perchlorure

(1) *Comptes rendus*, t. XLVI, p. 365.

de phosphore exerce sur le chloral, et j'ai obtenu par ce moyen un dérivé qui répond à la formule C^2HCl^5. La réaction peut être exprimée comme il suit :

$$\underbrace{CCl^3CHO}_{\text{Chloral.}} + \underbrace{PCl^5}_{\text{Perchlorure de phosphore.}} = \underbrace{PCl^3O}_{\text{Oxychlorure de phosphore.}} + \underbrace{CCl^3CHCl^2}_{\text{Nouveau corps.}}.$$

» On ajoute du perchlorure de phosphore à du chloral anhydre, renfermé dans un ballon, puis on relie l'appareil à un récipient de Liebig ascendant, et l'on chauffe un peu; il s'établit une réaction énergique. Le liquide entre en ébullition et le perchlorure se liquéfie, sans qu'on observe de production d'acide chlorhydrique. Quand cette première réaction est calmée, on introduit une nouvelle quantité de perchlorure de phosphore dans le mélange, et l'on continue ainsi jusqu'à ce qu'on ait employé une molécule de ce dernier corps par molécule du premier. Pour compléter la réaction, on fait bouillir à la fin pendant quelques heures, après quoi l'on traite par l'eau, pour décomposer l'oxychlorure formé et l'excès de perchlorure. Il se sépare une huile, que l'on décante, que l'on distille dans un courant de vapeur d'eau, que l'on dessèche sur du chlorure de calcium et que l'on rectifie. Cette huile commence à bouillir vers 156 degrés, et passe entièrement avant 166 degrés. Après un ou deux fractionnements, on obtient un produit qui bout d'une manière constante à 158 degrés (non corrigé). Ce produit soumis à l'analyse a fourni les résultats suivants :

» I. $0^{gr},439$ de substance ont donné $0^{gr},1915$ d'acide carbonique, et $0^{gr},025$ d'eau.

» II. $0^{gr},2815$ de substance ont donné $1^{gr},0017$ de chlorure d'argent.

» Ces nombres traduits en centièmes donnent :

	Expériences.		Théorie
	I.	II.	pour C^2HCl^5.
Carbone	11,89	»	11,85
Hydrogène	0,63	»	0,50
Chlore	»	88,03	87,65

» Je nommerai le nouveau corps *diméthyle pentachloré*, nom qui me paraît devoir être préféré à ceux de chlorure d'éthyle tétrachloré ou d'hydrure d'éthyle pentachloré. C'est une huile incolore et limpide, qui se rapproche du chloroforme par son odeur. Il bout sans décomposition à 158 degrés. Sa densité égale 1,71 à 0 degré, et 1,69 à 13 degrés. Il se dissout dans l'alcool et dans l'éther. Refroidi dans un mélange de neige et de sel marin (— 18 degrés), il ne cristallise pas. On peut cependant l'obtenir faci-

lement à l'état cristallin, en le soumettant à l'action du froid produit par l'évaporation de l'acide sulfureux.

» Dans l'expérience que je viens de décrire, il se forme, en même temps que le diméthyle perchloré, une autre substance qui cristallise en écailles, et qu'il ne m'a pas été possible d'obtenir assez pure pour l'analyser. Cette substance se sépare facilement, parce qu'elle n'est pas entraînée par la vapeur d'eau. Elle reste dans l'appareil distillatoire, sous la forme d'une huile brune qui se solidifie au bout d'un certain temps.

» Le diméthyle pentachloré, chauffé à 250 degrés en tubes clos avec du perchlorure de phosphore, se transforme intégralement en sesquichlorure de carbone, en donnant en même temps naissance à du protochlorure de phosphore et à de l'acide chlorhydrique. Pour purifier le sesquichlorure de carbone, on ajoute de l'eau au produit de la réaction; on lave, on comprime la matière entre plusieurs doubles de papier buvard, et on la fait cristalliser dans l'éther. Un échantillon ainsi purifié a donné à l'analyse 89,90 pour 100 de chlore; la théorie exige 89,87.

» Si l'on verse du diméthyle pentachloré dans un flacon plein de chlore, et qu'on expose celui-ci aux rayons directs du soleil, les parois du flacon se recouvrent, au bout d'une demi-heure, de cristaux de sesquichlorure de carbone.

» Déjà depuis longtemps M. Regnault a décrit deux composés de la formule C^2HCl^5, dont l'un, celui qui dérive du chlorure d'éthylène, bout à 153 degrés et possède à 0 degré une densité de 1,663, et dont l'autre, celui qui provient de l'action du chlore sur le chlorure d'éthyle, bout à 146 degrés et possède une densité de 1,644 (M. Regnault n'a pas indiqué la température à laquelle il a déterminé cette densité). En outre, parmi les produits de l'action du perchlorore de phosphore sur le chlorure d'acétyle, M. Hübner (1) a obtenu un corps qui bout entre 180 et 181 degrés et qui a donné à l'analyse, pour le chlore, des nombres qui conduisent à la formule C^2HCl^5. Toutefois, les expériences citées par M. Hübner dans son Mémoire ne démontrent rien de positif, et je pense même que le composé que ce chimiste a eu entre les mains n'est autre chose que du sesquichlorure de carbone. Ce composé peut très-bien, en effet, sous l'action de la chaleur, se sublimer sans fondre.

» Si l'on compare le produit que j'ai obtenu avec celui que M. Regnault

(1) *Bulletin de l'Académie royale de Belgique*, 2e série, t. XII, n° 11, et *Annalen der Chemie und Pharmacie*, B. CXX, S. 330.

a préparé au moyen du chlorure d'éthylène, on ne pourra pas éviter de conclure à l'identité de ces deux corps. La différence (5 degrés) entre les points d'ébullition et celle qui sépare les densités (1,66 et 1,71) s'expliquent fort bien par le fait que mon composé, par suite même de la nature de la réaction dans laquelle il prend naissance, doit être dans un plus grand état de pureté que celui de M. Regnault. Ce dernier, renfermant toujours des traces de produits moins chlorés, doit naturellement bouillir à une température plus basse. D'ailleurs l'action de la potasse alcoolique sur les deux substances met hors de doute leur identité. En effet, le diméthyle pentachloré, mêlé avec une solution alcoolique de potasse, s'échauffe, laisse déposer du chlorure de potassium et se transforme en protochlorure de carbone C^2Cl^4, comme c'est aussi le cas pour le corps de M. Regnault.

» Quant à l'éther chlorhydrique tétrachloré, que M. Regnault considère comme isomère de la liqueur des Hollandais trichlorée, il faut remarquer qu'il n'a jamais été obtenu à l'état de pureté. M. Regnault dit, en effet, dans son Mémoire : « La substance que j'ai analysée renfermait encore » une petite quantité d'éther hydrochlorique trichloruré », et plus loin : « Ainsi, bien que je ne puisse pas dire que j'aie obtenu l'éther hydrochlo- » rique quadrichloré à l'état de pureté parfaite, je crois que les expé- » riences précédentes ne peuvent pas laisser d'incertitude sur son exis- » tence. »

» On peut, je crois, en conclure qu'il n'existe d'autre différence entre le chlorure d'éthyle tétrachloré et les deux autres corps de même composition, que celle qui résulte du degré plus ou moins grand de pureté de ces corps. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Etude chimique sur le blé d'Égypte.* Note de **M. A. Houzeau**, présentée par M. Boussingault.

« La grande fertilité des plaines de l'Égypte, arrosées par le Nil, et le bas prix du blé qu'elles livrent à la consommation, ont déterminé, à une certaine époque, le Gouvernement français à faire examiner la question de l'importation de ces blés en France dans les années de disette. Mais le peu de concordance entre les analyses de blés d'Égypte, accomplies et publiées par d'habiles chimistes, m'a décidé à soumettre la question à un nouvel examen, dans le laboratoire de l'École d'Agriculture de la Seine-Inférieure.

» Ainsi, tandis que M. Peligot signale 20,6 de matières azotées dans

100 parties de blé d'Égypte, et 10,7 des mêmes matières dans le blé d'Espagne qui affluait sur les marchés de Paris en 1848, M. Payen, de son côté, conclut, dans un Rapport adressé à M. le Ministre de l'Agriculture, que 100 parties en poids de farine de blé de France, moulu comparativement avec le blé d'Égypte, ont fourni 28,6 de gluten humide, et la farine égyptienne seulement 23,2.

» Les deux échantillons de blé que j'ai examinés et que je désignerai par les nos 1 et 2, ont été prélevés sur une fourniture de froment de plus de 900 kilogrammes. Ils m'ont été remis par M. Baroche à son retour d'Égypte, et ils proviennent du même canton, non loin de Louqsor, à 160 lieues environ au sud du Caire.

» Il n'y a d'ailleurs, entre ces deux échantillons, d'autre différence que les soins apportés dans la culture et dans la récolte, car ils n'ont reçu ni fumure, ni amendement. Seulement l'échantillon n° 1 a été produit par un bon cultivateur, qui récolte avec intelligence et nettoie son blé après le battage; l'échantillon n° 2, au contraire, a été obtenu par les méthodes grossières du pays; il n'a pas été nettoyé après le battage. L'odeur un peu forte qu'il exhale paraît due à l'habitude qu'on a, en Égypte, de répandre, pour éloigner le charançon, du fumier de cheval dans les espèces de silos où on le conserve.

» Dans tous les cas, ce n'est qu'après avoir soumis nous-même ces deux échantillons de blé à un nouveau nettoyage minutieux, que nous en avons entrepris l'analyse d'après les méthodes suivies par MM. Boussingault, Payen et Peligot. Les résultats se trouvent résumés dans les tableaux suivants :

Composition des blés d'Égypte sur 100 parties en poids.

	Blé n° 1.	Blé n° 2.
Eau	11,80	11,10
Matières grasses	1,45	1,49
Matières azotées, solubles et insolubles	8,20	9,59
Amidon et dextrine	75,28	74,54
Cellulose	1,73	1,67
Sels (cendres)	1,54	1,61
	100,00	100,00
Azote pour 100	1,312	1,535

» Sous le rapport des matières azotées, le blé égyptien n° 2 diffère peu du blé d'Espagne de 1848 (matières azotées : 10,7 pour 100), mais il se trouve être moitié moins riche que le blé d'Égypte analysé par M. Peligot.

» Une quantité importante du blé n° 2 ayant été soumise à la mouture a fourni des produits, sons et farines, dont voici la composition :

Composition des farines du blé n° 2.

	Les sons n'ayant pas été repassés. (2e envoi.)	Les sons ayant été repassés. (1er envoi.)
Eau	13,00	12,55
Matières grasses	1,14	1,18
Matières azotées (gluten et colbumine)	7,84	8,03
Amidon et dextrine	76,72	76,39
Sels	1,30	1,85
	100,00	100,00
Azote pour 100	1,254	1,285

Composition du son du blé n° 2, sur 100 parties en poids.

Eau	13,10
Matières grasses	2,39
Matières azotées	10,27
Cellulose et substances solubles et insolubles	71,39
Sels	2,85
	100,00
Azote pour 100	1,644

» La farine du blé égyptien étant mêlée à l'eau donne une pâte courte, avec laquelle on ne peut confectionner qu'un pain de médiocre qualité. Ce pain est presque bis, et à l'état rassis sa mie est friable; il possède, en outre, une odeur et une saveur particulières que l'on constate déjà dans la farine et même dans le blé.

» Voici la teneur en azote de pains fabriqués sur une assez grande échelle par un boulanger :

Teneur en azote des pains.

	Pain du blé n° 2 (sons repassés)		Pain du blé n° 2 (sons non repassés)		Pain de munition de Rouen	
	à l'état rassis.	desséché à 100°.	à l'état rassis.	desséché à 100°.	à l'état tendre.	desséché à 100°.
Eau pour 100	31,33	»	»	»	42,46	»
Azote pour 100	»	1,503	»	1,400	»	2,244

» Les propriétés physiques et la composition chimique du gluten extrait des farines fournies par le blé d'Égypte (gluten gris foncé, grenu et un peu élastique) expliquent la qualité inférieure des pains.

» Les tableaux suivants compléteront nos connaissances à cet égard :

Dilatation des glutens par la chaleur.

Variété de gluten employé.	Poids du gluten à l'état humide.	Hauteur de la colonne occupée par le gluten avant l'action de la chaleur.	Hauteur de la colonne occupée par le gluten chauffé à +210°.
Gluten français.........	4 grammes.	2 centimètres.	6 centimètres.
Gluten égyptien n° 1.....	4 »	2 »	2 »
Gluten égyptien n° 2.....	4 »	2 »	2 »

Rendement en gluten des farines du blé d'Égypte et du blé de France sur 100 parties à l'état normal.

	Gluten humide.	Gluten desséché à 110°.
Farine du blé de France, récolte de 1861..	24,4	15,4
Farine du blé d'Égypte n° 1.............	13,2	8,3
Farine du blé d'Égypte n° 2.............	15,6	9,8

Azote, matières grasses et sels contenus dans les glutens sur 100 parties de gluten desséché à 110 degrés.

	Matières grasses	Sels.	Azote.
Gluten du blé de France........	0,51	3,00	13,04
Gluten du blé d'Égypte n° 2.....	0,79	4,40	11,20

» Un examen approfondi nous a en outre convaincu que la principale cause des qualités peu élastiques du gluten égyptien était due à l'interposition, dans ce gluten, d'une proportion assez élevée de *tissu cellulaire* ou *périsperme* (1) qui ne se rencontre pas dans le gluten des blés de France.

» Aussi, en comprimant dans un nouet de linge le gluten qu'on extrait de la farine fournie par le blé d'Égypte, peut-on en améliorer très-sensiblement les qualités élastiques et jusqu'à la richesse en azote. Le traitement mécanique divise le gluten en deux parties, dont l'une très-élastique (gluten épuré) passe à travers le linge, et dont l'autre, très-riche en tissu cellulaire (13 pour 100) reste comme résidu dans le nouet, et demeure dépourvue d'élasticité.

» Voici dans quel rapport ces deux parties de gluten se rencontrent dans la farine du blé d'Égypte n° 2.

---

(1) Après avoir adressé mon Rapport à M. Baroche, j'appris par lui que M. Gastinel, de l'Institut égyptien, était arrivé de son côté au même résultat que moi, sur la présence du tissu cellulaire dans le gluten du blé d'Égypte.

Gluten épuré et résidu du gluten contenus dans la farine du blé n° 2 (les sons ayant été repassés) sur 100 parties à l'état normal.

	Gluten humide.	Gluten desséché à + 110°.	Eau contenue.	Eau pour 100 de gluten humide.
Gluten épuré (partie élastique)	11,9	4,5	7,4	62,4
Résidu du gluten (partie non élastique).	3,2	1,1	2,1	64,1

» Il n'est pas davantage surprenant que ces deux parties présentent entre elles une grande différence sous le rapport de l'azote et des sels:

Azote et cendres contenus dans les deux parties du gluten égyptien, sur 100 parties desséchées à 110 degrés.

	Azote.	Cendres.
Gluten épuré (partie élastique).............	12,50	2,50
Résidu du gluten (partie non élastique).......	7,04	6,20

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Modification du sulfhydromètre et de la sulfhydrométrie.* Note de **M. F. Garrigou.** (Extrait.)

« L'appareil de M. Dupasquier pour le dosage du soufre dans les eaux sulfureuses a mis le médecin, même le moins habitué aux opérations chimiques, en mesure de doser la quantité de produits sulfurés qu'il ordonne à ses malades. Il paraissait cependant probable, *à priori*, qu'en suivant la méthode de Dupasquier (si exacte d'ailleurs dans la plupart des cas), avec une eau sulfureuse *à température élevée*, à 50 degrés par exemple, et contenant de l'acide sulfhydrique et un sulfure alcalin, on était exposé à une légère erreur. En effet, en laissant l'eau sulfureuse *chaude* au contact de l'air, une certaine quantité de l'acide sulfhydrique peut s'évaporer, et le sulfure lui-même peut s'oxyder. On a donc, ainsi que l'apprend l'expérience, une petite quantité de soufre qui ne peut plus être décelée par la sulfhydrométrie.

» Pour éviter ces inconvénients, j'ai essayé d'opérer d'une manière plus correcte encore. J'emploie pour cela un vase de verre, à double forme conique, terminé d'un côté par un goulot cylindrique, de l'autre par un orifice pouvant s'ouvrir ou se fermer à volonté. Le goulot est muni d'un bouchon de liége, très-facile à mouvoir, et qu'on peut maintenir pendant toute la durée de l'opération jusqu'à 1 millimètre de la surface de l'eau. A travers ce bouchon descendent dans le vase, un agitateur, un tube destiné à verser l'eau sulfureuse dans l'appareil en commençant par le

fond, et l'extrémité effilée d'une burette à robinet. Le tout est solidement fixé sur un support. On est donc ici à l'abri de l'air, d'une manière à peu près complète. Plusieurs essais faits dans le laboratoire de M. Payen (1), comparativement à l'appareil de Dupasquier, me permettent de dire qu'en opérant dans les conditions et avec l'appareil que je viens d'indiquer, on peut déceler jusqu'à $0^{gr},001$ de plus, par litre, qu'avec le sulfhydromètre de Dupasquier.

» De plus, m'étant assuré expérimentalement, dans le même laboratoire, que les sulfures de zinc, de plomb, d'argent, de manganèse, de nickel, de cobalt, fraîchement préparés par voie de précipitation, ne décolorent l'iodure d'amidon qu'après avoir subi l'action de l'oxygène de l'air ou de celui que peut dissoudre l'eau dans laquelle on les met en suspension, je me permettrai de proposer les opérations suivantes, qui donnent encore le moyen de doser avec l'appareil précédent les divers états sous lesquels se trouvent les principes sulfurés dans les eaux sulfureuses :

» 1° Faire un essai sulfhydrométrique sur une eau sulfureuse, pour avoir la quantité totale de soufre du sulfure, de l'hydrogène sulfuré et de l'hyposulfite.

» 2° En faire un second en désulfurant l'eau par du chlorure de zinc très-légèrement acide, ou avec un sel de nickel ou de cobalt. Cet essai permettrait de déterminer par différence le soufre des sulfures.

» 3° Un troisième essai, exécuté sur l'eau désulfurée par l'acétate neutre de zinc, qui précipite le soufre des sulfures et de l'acide sulfhydrique, permettrait d'arriver par l'essai direct à déterminer le soufre de l'hyposulfite et, par différence, celui de l'acide sulfhydrique.

» L'appareil dans lequel j'opère mettant l'eau à l'abri à peu près complet de l'oxygène de l'air, et les eaux sulfureuses ne contenant que de l'azote et non de l'oxygène en solution, il me semble qu'on réunit ainsi les conditions les plus favorables, pour retirer un avantage complet du réactif si utile et si sensible de Dupasquier. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Expériences sur la végétation, et en particulier sur la culture de la pomme de terre.* Note de **M. Thélu**. (Extrait.)

« Les nombreuses expériences que j'ai faites, depuis plusieurs années, m'ont prouvé qu'il est possible de décupler la production actuelle des

(1) Que ce savant me permette de lui adresser mes remercîments.

pommes de terre, et d'en obtenir même une récolte plus étonnante encore.

» Pour les autres récoltes, notamment celles des céréales, il me paraît beaucoup moins assuré qu'on arrive à une production aussi extraordinaire, tant que la pratique ne viendra pas éclairer cette question.

» Pour la pomme de terre même, la question pratique reste encore en partie à résoudre.

» J'ai bien obtenu, dans des baquets, des productions de 200 000 à 300 000 kil. de tubercules à l'hectare, la récolte moyenne habituelle étant d'environ 13 000 kil.; mais dans les champs, mes essais ont été bien moins surprenants : je n'en ai obtenu au plus que 60 000 kil., différence facile à expliquer du reste, attendu que, dans le sable de mer de mes baquets, j'ai pu aisément mélanger les diverses substances que j'avais à y déposer, substances qui étaient d'ailleurs dans un grand état de division, tandis que, dans un terrain plus ou moins compacte, un mélange parfait est fort difficile à obtenir dès la première année, surtout si l'engrais n'est pas mis avant l'hiver.

» Qu'il me soit permis de conseiller aux agriculteurs de chercher, avant tout, à parvenir à un mélange suffisant des diverses substances des engrais. Il faut que les plantes, par leurs radicelles, puissent trouver de toutes parts la ration de nourriture qui leur est indispensable; il faut donc compter bien peu sur le concours des substances minérales qui se trouveraient à un état assimilable dans un terrain plus ou moins épuisé par les précédentes récoltes, quand on sait que 25 centimètres de couche végétale d'un hectare de terrain pèsent environ 4 millions de kilogrammes, et que seulement 300 à 400 kilogrammes de potasse et de phosphate, ajoutés au sol après la dernière année de récolte d'un assolement quelconque, procurent une énorme augmentation de production.

» La proportion que je crois la plus avantageuse à mêler au sol, d'après les essais que j'ai cru devoir faire à cet égard, c'est quarante fois les quantités de toutes les substances qui composent une récolte moyenne, d'après une analyse élémentaire, sauf la silice, qu'il peut être inutile pendant un certain nombre d'années d'ajouter à la plupart des terrains.

» Pour obtenir la qualité, il faudra toutefois éviter l'écueil de l'excès d'azote, sous quelque forme que ce soit, l'azote me paraissant de nature à rendre trop instables les substances appelées à constituer les tissus organiques.

» Les substances me paraissent devoir être livrées à la terre à l'état de combinaisons, d'espèces de sels autant que possible.

» Pour faire commodément un essai, je considère que le mieux est d'ajouter au sol, par are, six hectolitres de cendres de bois non lessivées. Il s'y trouve une quantité convenable de toutes les substances nécessaires, sauf peut-être d'acide sulfurique, dont l'insuffisance est du reste ordinairement insignifiante; et il y a quelques substances en excès, entre autres l'acide phosphorique, mais il n'y a à cela aucun inconvénient.

» Dans des baquets, si le terrain est propre à la culture de la pomme de terre, cette quantité de cendres, avec peu ou point d'azote, produira 150000 à 200000 kil. à l'hectare de pommes de terre, presque toutes saines; avec addition de 200 kilogrammes d'azote, la récolte pourra s'élever jusqu'à 300000 kil. de tubercules, mais alors, pour la plupart, malades ou à un degré insuffisant de maturité.

» Pour obtenir ces résultats, il ne faut que planter le quadruple en poids de la quantité habituelle de tubercules. »

PHYSIOLOGIE. — *Recherches sur la constitution et le développement de l'œuf ovarien des Sacculines.* Note de **M. J. Gerbe**, présentée par M. Coste.

« Les études que je poursuis depuis plusieurs années au laboratoire de Concarneau, sur le développement et les métamorphoses des animaux marins, m'ont conduit à la découverte d'un fait qui me paraît éclairer un point encore très-obscur de l'histoire de l'œuf ovarien.

» Dans l'ovule d'un assez grand nombre d'espèces appartenant aux diverses classes de la série animale, indépendamment de la vésicule que les physiologistes connaissent sous le nom de *vésicule germinative, vésicule de Purkinje,* on voit une seconde vésicule, généralement plus petite, qui occupe dans l'œuf un point plus ou moins rapproché de la première. MM. de Wittich, de Siebold et V. Carus l'ont signalée dans les ovules de l'Araignée domestique; M. Balbiani l'a découverte dans ceux des Myriapodes, des Crustacés du genre *Oniscus*, des Hélix, des Grenouilles, d'un bon nombre d'Arachnides, etc.; enfin M. Coste l'avait déjà figurée, en 1847, dans l'ovule primitif de l'oiseau, immédiatement au-dessous de la vésicule qui forme le centre de la cicatricule.

» Quel est le rôle de cette deuxième vésicule? Faut-il la considérer, avec M. Balbiani, comme le vrai centre de formation du germe? Ne serait-elle pas appelée, au contraire, à remplir une autre fonction?

» La question peut être résolue d'une manière complète, ce me semble, par l'étude de l'ovule de ces singuliers parasites, que l'on connaît sous le

nom de *Sacculines* (*Sacculina*, Cavolini; *Peltogaster*, Ratke), et que l'on trouve adhérents à la queue de certains Crustacés, et notamment du *Cancer mænas*.

» Chez ces Parasites, l'organe reproducteur, qui représente à lui seul les cinq sixièmes de la masse de l'animal, renferme des ovules de tout âge, dont on peut suivre les diverses phases évolutives depuis leur origine jusqu'à leur maturité. Pris vers la portion centrale de l'organe, ces ovules, qui n'ont que 6 ou 8 centièmes de millimètre de diamètre, présentent une forme si éloignée de celle qu'offrent, en général, ceux des autres animaux, qu'il serait difficile d'en reconnaître le vrai caractère si on ne les voyait passer de cet état à un état plus avancé, qui ne permet plus le doute. Ils sont alors formés : 1° de deux vésicules indépendantes, transparentes, d'un volume à peu près égal et se touchant presque par un point de leur circonférence; 2° d'une enveloppe générale (membrane vitelline), très-ténue, étranglée vers le point où les deux vésicules se confrontent; 3° d'une faible quantité de substance incolore, d'un granulé excessivement fin, qui sépare les deux vésicules, de la membrane enveloppante. L'ovule, au lieu d'être globuleux, est donc ici bilobé et comme composé de deux ovules adossés, et semblables par la forme et l'organisation.

» A cette première phase en succèdent bientôt d'autres qui vont nous dévoiler le rôle que sont appelées à remplir les deux vésicules. Chacune de ces vésicules ne tarde pas, en effet, à s'envelopper de fins globules, dont l'apparition est successive. Mais pendant qu'autour de l'une d'elles les globules restent très-petits, conservent à peu près tous le même volume et semblent avoir une multiplication limitée, on les voit, autour de l'autre vésicule, se présenter sous des volumes très-divers, grossir peu à peu et être d'autant plus abondants que l'ovule est plus près de la maturité.

» Celui des lobes de l'œuf où s'accomplit cet accroissement en nombre et en volume des éléments primitifs, subit nécessairement des modifications relatives; il grandit pour loger les matériaux qui se multiplient en lui, comme grandit la membrane vitelline de l'œuf de l'oiseau à mesure que se forme le jaune, et finit par prendre une telle prédominance, que l'autre lobe, dont le développement est resté en quelque sorte stationnaire, ne représente plus sur l'un des pôles de l'ovule qu'une petite éminence semblable à celle qui se produit dans l'œuf des poissons osseux par suite de la condensation du vitellus.

» Tel est l'aspect sous lequel s'offre l'ovule mûr des Sacculines. Quant à son organisation, elle ne diffère de celle des très-petits ovules que par

l'intervention, dans des proportions inégales, de deux éléments distincts. L'élément prédominant, formé d'une masse de grands et de petits globules, au sein de laquelle se montre toujours l'une des vésicules primitives, est, à n'en pas douter, l'analogue du jaune de l'œuf des oiseaux, c'est-à-dire la matière destinée à la nutrition du futur embryon; tandis que le disque restreint, situé à la périphérie de l'œuf et composé de très-petits granules groupés autour de l'autre vésicule primitive, represente manifestement la cicatricule des oiseaux, c'est-à-dire la portion essentielle, fondamentale de l'œuf, celle dont les matériaux seront directement employés à la formation du nouvel être.

» L'étude de l'ovule des Sacculines donne donc la signification des deux vésicules que renferment les œufs de certaines espèces; on peut même dire que la démonstration est ici complète, car on suit le phénomène dans toutes ses phases. L'une de ces vésicules est centre de formation de l'élément germinatif et doit conserver le nom de *vésicule germinative* sous lequel on la connaît; l'autre est seulement centre de formation de l'élément nutritif. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la nature du pigment des* Fucoïdées. Note de **M. A. Millardet**, présentée par M. Brongniart.

« Malgré les nombreuses recherches qui ont été publiées dans ces dernières années sur les matières colorantes des Algues, le pigment des Fucoïdées est encore extrêmement peu connu. En 1865, M. Cohn proposa, pour le désigner, le nom de *phœophylle*, se bornant à indiquer son identité probable avec la diatomine (Nag.) et son affinité pour la chlorophylle (1). En 1867, il revint sur cette question dans ses *Beitrage zur Physiologie der Phycochromaceen* (2), mais sans modifier notablement ses conclusions antérieures. Dans un travail sur les pigments, qui date de la même année, M. Askenasy avait fait espérer une prochaine publication sur la matière colorante des Fucoïdées, mais rien n'a paru jusqu'à présent. C'est à M. Rosanoff (3) qu'on doit, autant que je sache, les recherches les plus

---

(1) *Ueber einige Algen von Helgoland, in Beitrage zur naheren Kenntniss der Algen von Rabenhorst.* Heft II, p. 19.

(2) *Archiv für mikroskopische Anatomie von Max Schultze.* Bd II, p. 44.

(3) *Observations sur les fonctions et les propriétés des pigments de diverses Algues.* (*Mémoires de la Société des Sc. nat. de Cherbourg*, t. XIII, 1867.)

récentes et les plus complètes sur le sujet qui nous occupe. Bien que son Mémoire ait pour objet essentiel l'étude de la matière colorante des Floridées, il a pu, grâce à des observations nombreuses sur les Fucoïdées, jeter aussi une plus vive lumière sur la nature de la phœophylle, et il croit pouvoir supposer dans les Phœosporées, l'existence d'un pigment particulier à côté de la chlorophylle. » (*L. c.*, p. 214.)

» Ce qui suit démontrera, je l'espère, que ces conclusions, bien que réalisant un progrès dans la connaissance de la phœophylle, ont cependant besoin d'être modifiées dans quelques points.

» Dans une Note récente, présentée à l'Académie, j'ai fait connaître les résultats de recherches exécutées en commun avec M. le professeur Kraus sur la matière colorante des Phycochromacées et des Diatomées (1). Il résulte de ce travail que la solution alcoolique verte fournie par ces plantes et que l'on avait considérée jusqu'alors comme de la chlorophylle ordinaire, est un mélange de chlorophylle et d'un pigment jaune nouveau, lequel a reçu le nom de *phycoxanthine*. C'est en continuant mes études sur cette dernière matière colorante que je fus amené à étudier le pigment des Fucoïdées. J'ai acquis la certitude que la liqueur verte fournie par la digestion de ces plantes dans l'alcool absolu n'est pas une solution de chlorophylle ordinaire, mais qu'elle contient de la chlorophylle et de la phycoxanthine.

» Voici le procédé opératoire que j'ai suivi.

» En 1867 je récoltai à Cherbourg une grande quantité de Fucoïdées en pleine végétation. Ces plantes furent séchées rapidement à l'ombre dans un courant d'air, puis plongées dans de l'eau douce afin de les débarrasser autant que possible des sels qui formaient une efflorescence à la surface. Dans cet état, elles furent soumises à l'action d'une presse, de manière à former des tablettes compactes. En limant ces tablettes avec une lime grossière, j'obtenais facilement une poudre très-ténue qui, mise en digestion dans de l'alcool absolu, à la température ordinaire, donne au bout de vingt-quatre à quarante-huit heures une belle solution vert-olive. Après avoir filtré cette solution, j'y ajoute une petite quantité d'eau (1 dixième environ), puis 1 à 2 volumes de benzine; j'agite vivement, et le mélange ne tarde pas à se séparer par le repos en deux couches, l'inférieure de couleur jaune, la su-

(1) *Comptes rendus*, t. LXVI, p. 505. — *Voyez* pour plus de détails : *Étude sur la matière colorante des Phycochromacées et des Diatomées*, par Kraus et Millardet. (*Mémoires de la Société des Sc. nat. de Strasbourg*, t. VI, p. 23.)

périeure verte. La première est une dissolution impure de phycoxantine dans l'alcool; la deuxième est constituée par la benzine, qui retient la chlorophylle avec quelques matières grasses.

» Ces solutions contiennent toujours une certaine quantité de matières grasses et de sels qui en masquent légèrement les réactions caractéristiques. J'ai réussi à me procurer les deux pigments en question dans un état de pureté plus satifaisant en faisant bouillir pendant une heure dans de l'eau des frondes fraîches de *Fucus vesiculosus* et *serratus* coupées en tranches aussi minces que possible. Non-seulement l'ébullition n'altère pas les pigments dont il s'agit, mais elle offre encore l'avantage de favoriser leur dissolution dans l'alcool. Malgré cela, ce n'est qu'au bout de quelques semaines que l'on obtient, par ce second procédé, une liqueur vert sombre d'une coloration suffisamment intense.

» Les Fucoïdées sont, de toutes les plantes, celles qui contiennent la plus forte proportion de phycoxanthine : par là s'explique en partie la couleur jaune-verdâtre que présentent beaucoup d'espèces. Des plantes telles que le *Leathesia marina*, le *Dictyota dichotoma*, le *Cutleria multifida*, le *Halyseris polypodioides* ne doivent vraisemblablement contenir qu'une petite quantité de chlorophylle.

» Voici le nom des espèces que j'ai étudiées et dont le pigment m'a présenté les propriétés dont il vient d'être question :

» Analysées à l'état sec : *Fucus serratus* L., *F. nodosus* Ag., *F. vesiculosus* L., *Halidrys siliquosa* Lingle, *Laminaria saccharina* Lam., *L. digitata* Lam., *Elachista spec.*

» A l'état frais : *Fucus vesiculosus* et *serratus*.

» Il est donc permis de regarder comme certaine la présence de la phycoxanthine dans l'ordre entier des Fucoïdées.

» Mais outre ces deux pigments solubles dans l'alcool, les Fucoïdées, à l'exemple des Phycochromacées et des Floridées, en contiennent un soluble dans l'eau. C'est ce pigment que M. Rosanoff a entrevu (*voyez* la citation rapportée plus haut) et dont il admet avec doute l'existence dans les Phœosporées. Comme il est nouveau, je proposerai pour le désigner le nom de *phycophœine*, qui indique à la fois sa provenance et sa couleur.

» On peut constater, au microscope, l'existence de la *phycophœine* sur des coupes minces de Fucacées que l'on a laissées digérer dans l'alcool absolu jusqu'à décoloration complète des granules pigmentaires. La chlorophylle et la phycoxanthine ont disparu et il ne reste plus dans l'utricule

primordial contracté qu'une matière rouge-brun qui est le nouveau pigment dont nous nous occupons.

» A l'état normal la *phycophœine* est dissoute dans les granules pigmentaires ou plutôt combinée avec leur substance en même temps que la chlorophylle et la phycoxanthine. Dans les jeunes cellules elle semble teindre d'une manière uniforme la masse tout entière du protoplasma avec les deux autres pigments. C'est ce qui ressort des remarques de M. Cohn sur le *Dictyota* et de celles de M. Rosanoff sur le *Fucus serratus* (Mémoires cités). Mes observations sur les *Fucus nodosus* et *serratus*, ainsi que sur les *Laminaria digitata* et *saccharina*, confirment complétement les conclusions de ces deux observateurs.

» Pour préparer la *phycophœine* en grande quantité, je me suis servi des Algues desséchées ainsi que je l'ai indiqué précédemment. La poudre que l'on en obtient, au moyen d'une râpe ou d'une lime, est mise en digestion dans un volume double d'eau, et le tout est abandonné à lui-même pendant huit jours, à la température ambiante (j'expérimentais en juillet). On exprime alors à travers un linge, puis on filtre. Il passe lentement un liquide filant, légèrement opalin, d'un rouge brun. Comme il contient, outre la *phycophœine*, un grand nombre de substances étrangères, après l'avoir fait évaporer lentement à une douce chaleur jusqu'à siccité presque complète, on lave le résidu avec de l'alcool assez concentré pour qu'il reste incolore. Ainsi débarrassé d'une partie de ses impuretés, le résidu est repris par l'eau où il se redisssout, plus facilement toutefois à chaud qu'à froid.

» La *phycophœine* évaporée dans une capsule se présente sous forme d'un enduit couleur de terre de Sienne, absolument insoluble dans l'alcool concentré, la benzine, l'éther, tant à froid qu'à chaud; légèrement soluble dans l'alcool très-dilué. Dans l'eau, elle se dissout lentement.

» La solution aqueuse saturée est d'un rouge brun intense. L'ébullition ne l'altère pas, elle semble seulement prendre une teinte plus foncée. Abandonnée à elle-même, au contact de l'air, elle ne tarde pas à se couvrir d'abondantes moisissures et se décolore lentement. Le phénomène a lieu aussi bien à l'obscurité qu'à la lumière : aussi ne puis-je me rattacher à l'opinion de M. Rosanoff, qui fait jouer à la lumière solaire un rôle prépondérant dans cette décoloration et surtout dans celle de la phycoérythrine et de la phycocyane (*Op. cit.*, p. 208 et 210). J'ai conservé pendant trois mois, exposées au soleil de l'été, des solutions de phycocyane et de *phycophœine* dans des tubes à demi remplis et à peine bouchés, sans que la couleur en

fût sensiblement diminuée. J'avais eu soin, pour empêcher la fermentation, d'y verser un volume égal de glycérine concentrée.

» L'alcool absolu, à volume égal, y produit un léger trouble à froid. Si l'on fait bouillir, il se forme un précipité floconneux d'un brun très-clair. Le liquide conserve sa couleur primitive, mais elle est moins intense. Repris par l'eau, le précipité se dissout entièrement à froid.

» L'acide chlorhydrique fumant y détermine d'abord un trouble et à volume égal la formation d'un précipité abondant d'un brun roux insoluble dans un excès d'acide, même à l'ébullition.

» Les acides sulfurique et azotique très-concentrés y produisent à petite dose un précipité floconneux brun-rougeâtre.

» La potasse caustique concentrée et l'ammoniaque, soit à froid soit à chaud, ne font que décolorer légèrement la solution.

» La glycérine se mélange en toutes proportions à la solution aqueuse : un mélange à volume égal se conserve pendant une année sans s'altérer, la coloration devient seulement un peu plus foncée.

» Contrairement à l'opinion de M. Rosanoff, la solution aqueuse de *phycophœine* ne m'a offert aucune trace de fluorescence. Cependant je ne la nie pas absolument, ayant opéré avec des lentilles et des vases de verre.

» Tels sont les caractères les plus importants de la *phycophœine*. Je me suis assuré de sa présence dans plusieurs espèces des genres *Fucus*, *Halidrys*, *Laminaria*, *Dictyota*, *Ectocarpus*, *Elachista*.

» En résumé, la phœophylle (Cohn) est une matière colorante complexe formée de chlorophylle, de phycoxanthine et de *phycophœine*. »

PHYSIOLOGIE. — *Faits pour servir à l'histoire de l'origine des bactéries. Développement naturel de ces petits végétaux dans les parties gelées de plusieurs plantes; par* **M. A. Béchamp**. (Extrait.)

« La pulpe des parties de végétaux molles et vertes ne tarde pas à être envahie par des myriades de bactéries de grandeur et sans doute d'espèces diverses. Dans la pulpe, avant cet envahissement, le microscope ne laisse voir que des cellules et des granulations moléculaires. On admet que l'air apporte, dans le milieu artificiel créé par le broiement des parties végétales, soit les germes des bactéries, soit des bactéries elles-mêmes; on admet aussi que ces bactéries sont le résultat d'une génération spontanée. Cette Note a pour objet de démontrer le peu de fondement de ces deux manières de voir. Le fait est que, quelque précaution que l'on prenne, pourvu que

l'on ne tue pas les granulations moléculaires (par l'emploi de la chaleur ou par l'emploi de la créosote ou de l'acide phénique à dose coagulante), on ne réussit point à empêcher l'apparition des bactéries. C'est qu'en réalité le végétal contient en lui-même, naturellement, les germes de ces bactéries, savoir les microzymas ou granulations moléculaires.

» Après les froids que nous avons eus à Montpellier durant l'hiver de 1867-68, j'avais eu l'occasion de remarquer deux pieds d'*Echinocactus* gelés. Quelques semaines après le dégel, j'ai examiné le genre d'altération histologique que la congélation avait fait subir aux tissus de cette plante. Son épiderme ne portait la trace d'aucune lésion, et il était aussi résistant qu'avant la gelée : évidemment la grande densité du tissu et l'épaisseur de cet épiderme étaient un obstacle suffisant à la pénétration de bactéries, de vibrions ou de leurs germes. Or, une incision étant pratiquée dans la partie gelée, la matière prise dans la profondeur de la plaie, ou immédiatement sous la couche épidermique, contenait des myriades de bactéries, où les *Bacterium termo* et *putridinis* étaient prédominants.

» Au moment de rédiger cette observation pour la publier, je m'occupais, avec M. Estor, des microzymas des organismes animaux, et dans l'intervalle, M. Davaine fit paraître ses « Recherches physiologiques et pathologiques sur les bactéries ». Or, mon observation me paraissant donner une autre explication des résultats obtenus par cet expérimentateur, j'ai voulu la vérifier et la contrôler en examinant d'autres cas de plantes congelées.

» Pendant les froids qui se sont fait sentir à Montpellier du 25 au 30 janvier dernier, je me suis procuré un certain nombre de plantes gelées et je les ai examinées, sur pied, dix à douze jours après le dégel...... »

L'auteur entre alors dans le détail des observations faites sur les plantes suivantes : *Opuntia vulgaris, Calla OEthiopica, Agave americana, Datura suaveolens, Solanum aviculare, Entellea arborescens, Cyperus papyrus, Nerium oleander, Melanthus major, Echinocactus rucarinus.* De ces observations, il tire les conséquences suivantes :

« 1° Bien que l'on pense le contraire, des bactéries peuvent se développer dans un milieu acide, pouvant rester acide ou devenir alcalin, aussi bien que dans un milieu absolument neutre ou restant neutre. J'apporterai plus tard de nouvelles preuves à l'appui de cette proposition.

» 2° Les microzymas normaux des végétaux, comme ceux des animaux, peuvent évoluer en bactéries; et puisque, dans un même végétal, plusieurs formes, si ce n'est plusieurs espèces de ces bactéries, peuvent apparaître, je

pense que l'on doit y voir la démonstration qu'il peut exister plusieurs sortes de microzymas dans un même végétal.

» 3° Dans les expériences où l'on inocule des bactéries aux végétaux, il est probable que ce ne sont pas ces bactéries qui se multiplient : elles ne font que provoquer un changement de milieu, qui devient favorable à l'évolution en bactéries des microzymas normaux : de là vient l'apparente pullulation de la bactérie inoculée.

» 4° Il en est de même de l'inoculation des bactéries aux animaux, ou de l'injection d'une substance en putréfaction, et privée de bactéries, dans le sang : on provoque ainsi un changement de milieu, favorable à l'évolution des microzymas normaux de l'animal en bactéries, et les désordres qui en sont la conséquence.

» 5° Dans les études sur la génération spontanée des organismes inférieurs ou d'une simple cellule, on n'a pas tenu compte des granulations moléculaires. Celles-ci, je les ai montrées jusqu'ici partout actives : dans la craie, dans les fermentations, dans les végétaux et dans les animaux.

» 6° Enfin, ces nouvelles observations confirment, et étendent, d'une part, les recherches que nous avons déjà publiés, M. Estor et moi; d'autre part, celles qu'a publiées M. de Monchy, d'après des expériences exécutées dans mon laboratoire.

» Dans un prochain travail, je rapporterai les expériences relatives à la fonction chimique des bactéries développées dans les végétaux congelés. »

M. **Verrier** soumet au jugement de l'Académie les échantillons d'un extrait de viande préparé par lui.

M. **Passot** adresse une Note ayant pour titre : « Solution de la question relative à l'accélération du mouvement de la Terre ».

M. **Harrisson** adresse, de Birmingham, quelques remarques relatives aux différences que présentent les résultats des divers astronomes, dans l'observation du dernier passage de Mercure.

M. **Tremeschini** adresse la description d'un « système d'héliostat pour l'observation des passages de Vénus et de Mercure devant le disque solaire ».

M. **Swaim** adresse une théorie de l'explosion des bolides, d'après laquelle

la détonation serait due au mélange de l'air avec l'hydrogène contenu dans les cavités de ces météores.

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en comité secret.

La séance est levée à 6 heures. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 15 février 1869, les ouvrages dont les titres suivent :

Causeries scientifiques, découvertes et inventions, etc.; par M. H. DE PARVILLE, 8e année, 1868. Paris, 1869; in-12. (Présenté par M. Fremy.)

Annuaire de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique, 1869. Bruxelles, 1869; in-12.

Le Globe, journal géographique, mars à juin 1868. Genève, 1868; in-8°.

Note sur la courbure des surfaces; par M. E. ROGER. Sans lieu ni date; br. in-8°.

Proceedings... *Procès-verbaux de l'Institution royale de la Grande-Bretagne,* t. V, 3e et 4e parties. Londres, 1868; 2 br. in-8°.

Royal... *Institution royale de la Grande-Bretagne : Liste des membres, officiers et professeurs.* Londres, 1868; in-8°.

Army... *Département médical de l'armée. Rapports statistiques, sanitaires et médicaux, années* 1859 *à* 1866. Londres, 1861 à 1868; 8 vol. in-8° reliés. (Présentés par M. le Baron Larrey, de la part de M. le Directeur général du Service de santé de l'armée anglaise.)

Intorno... *Note relative à la distribution du calorique dans l'atmosphère italienne; par* M. le professeur ZANTEDESCHI. Padoue, juillet 1864; br. in-8°.

Rassegni... *Renseignements statistiques mensuels des hôpitaux et de la cité de Rome,* 1re année, mai et juin 1868; 2 br. in-4°.

L'Académie a reçu, dans la séance du 22 février 1869, les ouvrages dont les titres suivent :

Œuvres de Lagrange, publiées par les soins de M. J.-A. SERRET, *sous les auspices de S. Exc. le Ministre de l'Instruction publique*, t. III. Paris, 1869; in-4°.

Éloge de Velpeau, prononcé à la séance solennelle de la Société de Chirurgie le 20 janvier 1869; par M. Ulysse TRÉLAT. Paris, 1869; br. in-8°.

Théorie des parallèles; par M. LAURENT. Paris, 1867; br. in-8°. (4 exemplaires.)

Rapport sur l'étude et la conservation des blocs erratiques en Suisse, présenté par MM. A. FAVRE *et* L. SORET *à la Société helvétique des Sciences naturelles réunie à Einsiedeln le 24 août* 1868. Sans lieu ni date; br. in-8°.

Amis et ennemis de l'horticulture; par M. A. DE LA BLANCHÈRE, *illustré de 188 vignettes par* M. A. MESNEL. Paris, sans date; in-12. (Présenté par M. Duchartre.)

Étude de voiture d'ambulance; par M. H. VERCAMER. Bruxelles, 1868; in-8° avec planches. (Présenté par M. le Baron Larrey.)

Principe universel de la vie, de tout mouvement et de l'état de la matière; par M. P. TRÉMAUX: n° 4, janvier 1869. Paris, 1869; in-12.

Compliment d'adieu; par M. R. DE HAIDINGER. Vienne, 1869; opuscule in-8°.

Exploration scientifique de l'Algérie, publiée par ordre du Gouvernement. Phanérogamie : groupe des Glumacées; par MM. E. COSSON *et* DURIEU DE MAISONNEUVE. Paris, 1864-1867; in-folio. (Présenté par M. Brongniart.)

Documents sur les pêches côtières : législation, industrie, commerce; par M. J. LÉGAL. Dieppe, 1869; in-8°. (Présenté par M. Coste pour le concours des Arts insalubres, 1869.)

Les progrès des Sciences en 1868. *Annuaire scientifique, publié par* M. P.-P. DEHÉRAIN, 8e année. Paris, 1869; in-12.

La matière médicale à l'Exposition de 1867; *par* MM. J.-L. SOUBEIRAN *et* A. DELONDRE. Paris, 1868; br. in-8°. (Extrait du *Journal de Pharmacie et de Chimie*.)

Cours de Chimie pratique (analytique, toxicologique, animale) à l'usage des

étudiants en médecine; par M. William ODLING. Édition française publiée sur la troisième édition par M. A. NAQUET. Paris, 1869; in-12.

Actualités scientifiques. Saccharimétrie optique, chimique et mélassimétrique; par M. l'abbé MOIGNO. Paris, 1869; in-12.

Memorie... *Mémoires de philosophie chimique; par* le professeur G. GALLO. Turin, 1869; br. in-8°. (2 exemplaires.)

Proceedings... *Procès-verbaux de la Société royale géographique*, t. XIII, n° 1. Londres, 1869; br. in-8°.

Zur... *Sur la vie et les travaux de Ferdinand de Thinnfeld; par* M. R. DE HAIDINGER. Vienne, 1868; br. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 8 février 1869.)

Page 291, ligne 9 (la dernière avant le n° 11), *au lieu de* sin $\frac{j\pi y}{L}$, *lisez* cos $\frac{j\pi y}{L}$.

Page 295, ligne 8, *au lieu de* $\frac{dv}{dy}$, *lisez* $\frac{dv}{dx}$.

(Séance du 15 février 1869.)

Page 387, ligne 4, *supprimer le mot* nouvelle.

Page 389, ligne 13, *au lieu de* toile cirée, *lisez* toile goudronnée, appelée bâche.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 1er MARS 1869.

PRÉSIDENCE DE M. CLAUDE BERNARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Remarques sur un Mémoire de* M. van de Sande Bakhuyzen, *et sur les erreurs systématiques des déclinaisons des étoiles fondamentales; par* **M. Faye** (1).

« J'ai présenté à l'Académie, il y a une vingtaine d'années (2), quelques parties d'un Mémoire sur l'origine des erreurs systématiques qui affectaient alors et qui affectent encore aujourd'hui les déclinaisons des étoiles fondamentales. Parmi les diverses causes que j'ai étudiées, j'ai insisté en particulier sur les réfractions occasionnées par la disposition particulière à l'atmosphère de nos salles d'observation où la température est tantôt supérieure, tantôt inférieure à celle du dehors, selon l'heure du jour et la saison. Depuis cette époque, les observations de Greenwich, faites avec un puissant instrument méridien et d'après un plan fidèlement suivi, se sont accumulées. La richesse de ces matériaux a engagé un savant professeur hollandais, M. van de Sande Bakhuyzen, à y chercher la vérification

(1) L'Académie a décidé que cette communication, bien que dépassant en étendue les limites réglementaires, serait insérée en entier au *Compte rendu*.

(2) *Comptes rendus*, t. XXI, p. 401, 635, 737.

de mes aperçus. L'auteur est arrivé ainsi à mettre en pleine évidence, dans ces belles observations, des anomalies régulières imputables à la cause que je viens de rappeler, et son Mémoire a précisément pour but de déterminer la forme de cette surface terminale à l'action réfringente de laquelle j'attribuais en grande partie ces discordances systématiques.

» Je vais d'abord exposer ces faits curieux à l'Académie, puis j'essayerai de les interpréter moi-même. M. Bakhuyzen a pris dans les quatorze années d'observation de Greenwich, de 1851 à 1864, les distances polaires de α Petite Ourse pour lesquelles l'excès de la température externe sur la température interne a été positif; puis celles pour lesquelles cet excès a été négatif. Il a fait exactement le même travail pour les deux culminations supérieures et inférieures (1), et a formé ainsi le tableau suivant, d'où il a exclu avec soin les observations par réflexion :

Année.	Distance polaire.	Excès $t-\theta$.	Nombre des observ.	Distance polaire.	Excès $t-\theta$.	Nombre des observ.	Différence des dist. pol.	Différence des excès de tempér.
				Culmination supérieure.				
1851...	1°.29′. 5″,60	+ 3°,7	12	1°.29′. 5″,33	− 2°,9	43	+ 0″,27	+ 6°,6
1852...	1.28.46,72	+ 3,6	20	1.28.45,90	− 2,9	45	+ 0,82	+ 6,5
1853...	1.28.27,32	+ 3,0	8	1.28.26,58	− 3,3	43	+ 0,74	+ 6,3
1854...	1.28. 7,57	+ 2,5	23	1.28. 7,34	− 3,8	63	+ 0,23	+ 6,3
1855...	1.27.49,48	+ 2,6	14	1.27.48,42	− 3,6	48	+ 1,06	+ 6,2
1856...	1.27.29,90	+ 2,8	21	1.27.29,38	− 3,2	50	+ 0,52	+ 6,0
1857...	1.27.11,15	+ 3,9	25	1.27.10,43	− 3,5	65	+ 0,72	+ 7,4
1858...	1.26.51,99	+ 3,9	33	1.26.51,38	− 4,1	91	+ 0,61	+ 8,0
1859...	1.26.32,55	+ 1,7	17	1.26.32,21	− 4,3	85	+ 0,34	+ 6,0
1860...	1.26.13,45	+ 3,0	11	1.26.12,84	− 3,7	53	+ 0,61	+ 6,7
1861...	1.25.53,59	+ 2,5	23	1.25.53,70	− 3,2	63	− 0,11	+ 5,7
1862...	1.25.34,87	+ 2,1	8	1.25.34,64	− 3,4	39	+ 0,23	+ 5,5
1863...	1.25.15,79	+ 2,2	19	1.25.15,47	− 3,3	38	+ 0,32	+ 5,5
1864...	1.24.56,48	+ 2,2	21	1.24.55,89	− 3,3	38	+ 0,59	+ 5,5
				Culmination inférieure.				
1851...	1.29. 5,86	+ 2,4	16	1.29. 6,31	− 3,2	58	− 0,45	+ 5,6
1852...	1.28.46,42	+ 2,5	20	1.28.47,08	− 3,3	55	− 0,66	+ 5,8
1853...	1.28.27,22	+ 2,5	19	1.28.27,90	− 3,3	36	− 0,68	+ 5,8
1854...	1.28. 8,17	+ 2,9	25	1.28. 8,67	− 3,3	72	− 0,50	+ 6,2
1855...	1.27.48,56	+ 1,6	19	1.27.49,40	− 3,7	44	− 0,84	+ 5,3
1856...	1.27.29,25	+ 3,7	20	1.27.29,99	− 3,5	43	− 0,74	+ 7,2
1857...	1.27.10,03	+ 2,8	31	1.27.10,37	− 3,3	58	− 0,34	+ 6,1
1858...	1.26.50,77	+ 2,2	25	1.26.51,25	− 3,4	81	− 0,48	+ 5,6
1859...	1.26.31,54	+ 2,0	19	1.26.32,19	− 4,2	82	− 0,65	+ 6,2
1860...	1.26.12,26	+ 3,1	5	1.26.12,98	− 3,7	50	− 0,72	+ 6,8
1861...	1.25.53,40	+ 2,2	18	1.25.53,60	− 3,1	52	− 0,20	+ 5,3
1862...	1.25.34,44	+ 1,5	17	1.25.34,48	− 3,2	31	− 0,04	+ 4,7
1863...	1.25.14,91	+ 2,1	21	1.25.15,57	− 3,7	37	− 0,66	+ 5,8
1864...	1.24.55,62	+ 2,4	21	1.24.56,33	− 3,3	50	− 0,91	+ 5,7

(1) *Astronomische Nachrichten*, nos 1720 et 1721.

» On voit, par ce tableau, que les distances polaires observées directement dépendent de l'excès de la température extérieure sur celle de la salle d'observation. Quand cet excès est positif, les distances zénithales sont trop faibles; quand il est négatif, les distances zénithales sont trop grandes, et cela se trouve vérifié constamment, sauf une seule exception (en 1861), dans cette série de 2000 observations continuées pendant quatorze ans. Il en résulte qu'en combinant ces observations par doubles groupes de 1000, pour en tirer la distance polaire de l'étoile, on pourrait obtenir toutes les valeurs comprises entre $1^\circ 27' 10'',19$ et $1^\circ 27' 10'',64$.

» M. Bakhuyzen a montré que ce phénomène n'était pas particulier à l'étoile polaire; il se reproduit dans d'autres régions du ciel, et l'auteur, en suivant une marche qui lui est propre, en a déduit la forme que doit affecter la couche limite de l'atmosphère de la salle méridienne de Greenwich. Il a fait avec le même succès le même travail pour l'observatoire de Kœnigsberg. Je dois m'estimer heureux que mes idées de 1850 se soient trouvées d'accord avec les résultats si intéressants de M. Bakhuyzen.

» Toutefois il m'a semblé qu'il restait encore quelque chose à faire au point de vue pratique. Il est permis, en effet, de se représenter ces réfractions anormales de diverses manières. Au lieu de les attribuer, comme je l'avais fait d'abord, à une altération des couches de niveau de l'atmosphère, on peut tout aussi bien les imputer au facteur thermométrique dont on se sert pour le calcul de la réfraction. Les astronomes déduisent exclusivement ce facteur des indications du thermomètre externe; il suffira donc, pour se placer à ce nouveau point de vue, d'y introduire une petite correction dépendante à la fois de la hauteur angulaire de l'astre observé et de la température interne, ou plutôt de la différence des deux thermomètres, intérieur et extérieur.

» Afin de simplifier cette recherche, nous écarterons l'influence de la hauteur en nous bornant à l'étoile polaire qui ne s'écarte du pôle que de $1\frac{1}{2}$ degré.

» Désignons par f le facteur thermométrique de la réfraction moyenne ρ, et par α la petite correction qu'il faut lui ajouter pour reproduire l'effet dû à la cause que nous étudions : α sera une fonction de l'excès du thermomètre extérieur sur le thermomètre intérieur, et comme cet excès varie périodiquement avec les saisons et avec l'heure du jour, il en sera de même de α. Soit z la distance zénithale observée au passage supérieur : on aura, pour la distance vraie, $z + (f + \alpha)\rho$, et au passage inférieur, $z' + (f' + \alpha')\rho'$. Dès lors en prenant pour la colatitude $\frac{1}{2}(z + f\rho + z' + f'\rho')$, on néglige le terme correctif $\alpha\rho + \alpha'\rho'$.

» Il n'est donc pas étonnant que dans les observatoires où l'on n'est pas parvenu à égaliser les températures intérieures et extérieures, la latitude conclue des observations présente des variations périodiques avec les saisons (1).

» Si δ désigne la distance polaire, $C + dC$ la colatitude vraie, et C la colatitude adoptée, on aura

$$\delta = C + dC - z - f\rho - \alpha\rho.$$

» La distance Δ conclue des observations sera donc non pas δ, mais

$$\Delta = \delta - dC + \alpha\rho,$$

par les culminations supérieures, et

$$\Delta' = \delta + dC - \alpha'\rho'$$

par les culminations inférieures.

» Comme dC renferme des erreurs de sources très-diverses, on voit par là que pour mettre en évidence les termes en α, il ne faudra pas comparer entre elles les distances polaires de culminations différentes. La seule manière de mettre en évidence et d'isoler la quantité α, c'est de choisir des séries de distances polaires obtenues au même passage, à des époques où l'excès de température $t - \theta$ prend des valeurs extrêmes et de signes contraires. C'est précisément ce que nous fournit le tableau si habilement dressé par M. Bakhuyzen. Appelons Δ_1 et Δ_2 les distances polaires de culmination supérieure observées à ces deux époques, α_1 et α_2 les valeurs que prend alors la fonction α, nous aurons

Passage supérieur. . . . . . . $\Delta_1 - \Delta_2 = (\alpha_1 - \alpha_2)\rho$,
Passage inférieur . . . . $\Delta'_1 - \Delta'_2 = -(\alpha_1 - \alpha_2)\rho'$;

ρ et ρ' étant respectivement 44″ et 49″, les deux séries de différences nous donneront en moyenne

$$(\alpha_1 - \alpha_2)44'' = +0'',50 \quad \text{pour} \quad t - \theta = +6^\circ,3,$$
$$-(\alpha_1 - \alpha_2)49'' = -0'',56 \quad \text{pour} \quad t - \theta = +5^\circ,9.$$

» On en tire

$$\alpha_1 - \alpha_2 = \frac{1,06}{93} = 0,0114$$

pour une différence de 6°,1.

(1) La latitude doit en présenter aussi d'année en année; voyez, en effet, la prédominance numérique des observations où $t - \theta$ est négatif (1500 contre 500), prédominance qui varie elle-même d'une année à l'autre.

» Si la quantité α était simplement proportionnelle à l'excès $t-\theta$, on aurait $\alpha = \frac{0,0114}{6,1} = 0,0019$ pour chaque degré de cet excès.

» Or 0,0019 est précisément la variation que subit le facteur thermométrique f de la réfraction pour une variation de 1 degré Fahrenheit dans la température de l'air. Comme f est la valeur de ce facteur à la température extérieure t, et $f+\alpha$ le facteur corrigé pour l'excès $t-\theta$, il résulte de ce qui vient d'être dit que l'on obtiendra $f+\alpha$ en calculant ce facteur non pas avec t, mais avec θ, c'est-à-dire en substituant l'indication du thermomètre de la salle à celle du thermomètre extérieur. Cette transformation se fera aisément ici à l'aide de la petite table suivante, qui indique les corrections à ajouter aux distances polaires pour les diverses valeurs de $t-\theta$.

Passage supérieur.		Passage inférieur.	
$t-\theta$	$\alpha\rho$	$t-\theta$	$\alpha\rho'$
1°	0″,09	1°	0″,10
2	0,18	2	0,20
3	0,26	3	0,29
4	0,35	4	0,39
5	0,44	5	0,49
6	0,53	6	0,59
7	0,62	7	0,69

» Cette simple substitution d'un thermomètre à l'autre fait disparaître immédiatement l'anomalie signalée. Les deux séries deviennent en effet, après avoir été ramenées au même équinoxe moyen de 1857,0 :

Culmination supérieure.

	Δ_1	$\alpha_1\rho$	$\Delta_1-\alpha_1\rho$	Δ_2	$\alpha_2\rho$	$\Delta_2-\alpha_2\rho$	Différ.
1851	1°.27′.10″,20	−0″,32	=1°.27′. 9″,88	1°.27′. 9″,93	+0″,25	=1°.27′.10″,18	−0″,30
1852	10,59	−0,31	10,28	9,77	+0,25	10,02	+0,26
1853	10,44	−0,26	10,18	9,70	+0,29	9,99	+0,19
1854	9,94	−0,22	9,72	9,71	+0,33	10,04	−0,32
1855	11,08	−0,23	10,85	10,02	+0,31	10,33	+0,52
1856	10,71	−0,24	10,47	10,19	+0,28	10,47	0
1857	11,15	−0,34	10,81	10,43	+0,31	10,74	+0,07
1858	11,19	−0,34	10,85	10,58	+0,36	10,94	−0,09
1859	10,94	−0,15	10,79	10,60	+0,38	10,98	−0,19
1860	11,03	−0,26	10,77	10,42	+0,32	10,74	+0,03
1861	10,35	−0,22	10,13	10,46	+0,28	10,74	−0,61
1862	10,80	−0,19	10,61	10,57	+0,30	10,87	−0,26
1863	10,88	−0,20	10,68	10,56	+0,29	10,85	−0,17
1864	10,72	−0,20	10,52	10,13	+0,29	10,42	+0,10
						Moyenne.......	−0,06

Culmination inférieure.

	Δ'_1	$\alpha_1\rho'$	$\Delta'_1-\alpha_1\rho'$	Δ'_2	$\alpha_2\rho'$	$\Delta'_2-\alpha_2\rho'$	Differ.
1851	1°.27'.10",46	+0",24	=1°.27'.10",70	1°.27'.10",91	−0",31	=1°.27'.10",60	+0",10
1852	10,29	+0,25	10,54	10,95	−0,32	10,63	−0,09
1853	10,34	+0,25	10,59	11,02	−0,32	10,70	−0,11
1854	10,54	+0,29	10,83	11,04	−0,32	10,72	+0,11
1855	10,16	+0,16	10,32	11,00	−0,36	11,64	−0,32
1856	10,06	+0,36	10,42	10,80	−0,34	10,44	−0,02
1857	10,03	+0,28	10,31	10,37	−0,32	10,05	+0,26
1858	9,97	+0,22	10,19	10,45	−0,33	10,12	+0,07
1859	9,93	+0,20	10,13	10,58	−0,41	10,17	−0,04
1860	9,84	+0,30	10,14	10,56	−0,36	10,20	−0,06
1861	10,16	+0,22	10,38	10,36	−0,30	10,06	+0,32
1862	10,37	+0,15	10,52	10,41	−0,31	10,10	+0,42
1863	10,00	+0,21	10,21	10,66	−0,36	10,30	−0,09
1864	9,86	+0,24	10,10	10,77	−0,32	10,45	−0,35
						Moyenne.......	+0,01

» Ainsi des discordances systématiques qui s'élevaient pour les passages supérieurs à 0",50, et pour les inférieurs à 0",56, se trouvent réduites à 0",06 et à 0",01 par la simple substitution du thermomètre intérieur au thermomètre extérieur. Les astronomes ont beaucoup discuté autrefois cette question, et c'est après un examen approfondi qu'ils se sont décidés à adopter exclusivement le thermomètre extérieur pour le calcul des réfractions. Je crois même que dans la plupart des observatoires on a renoncé depuis longtemps à consulter et à enregistrer le thermomètre intérieur (1). Cependant la discussion précédente montre qu'il y avait lieu de réviser ce procès jugé sur des documents insuffisants. Je ferai à ce sujet les remarques suivantes :

» L'excès $t-\theta$ de la température extérieure sur la température interne varie périodiquement avec les saisons dans le cours d'une année. Si pour les observations d'une certaine étoile cette quantité prenait successivement des valeurs positives et négatives telles que la somme des corrections correspondantes fût nulle, la déclinaison conclue chaque année par le calcul ordinaire de la réfraction, c'est-à-dire avec le thermomètre extérieur, serait parfaitement exacte (2). Mais en réalité cette compensation annuelle n'aura lieu pour aucune étoile; il restera toujours un résidu qui variera d'une

(1) Il s'agit, bien entendu, d'un thermomètre suspendu librement dans le courant d'air intérieur, et non d'un thermomètre fixé à un mur, à un pilier ou à un instrument.

(2) D'après cela, il serait peut-être prudent d'exclure, comme on le faisait autrefois, des Catalogues d'étoiles fondamentales, celles qui ne peuvent être observées en toute saison.

étoile à l'autre, d'une manière assez régulière, et qui se produira d'autant plus constamment dans la suite des années que les observations auront été faites avec plus de suite et de régularité.

» Il y a plus : d'un observatoire à l'autre ces compensations partielles n'auront pas lieu de la même manière; leurs résidus varieront avec la latitude, avec la température moyenne, avec la différence de l'été à l'hiver, etc.; elles porteront même l'empreinte toute locale du mode de construction de la salle des observations. De là des discordances entre les Catalogues fondamentaux des divers observatoires; discordances régulières, dont la loi trop complexe ne pourra être saisie *à posteriori*. Mais les constantes employées dans la réduction des observations sont si bien connues aujourd'hui (sauf en ce qui concerne le choix entre les deux températures t et θ), les erreurs instrumentales ou personnelles sont si faciles à déterminer avec une extrême précision, le pointé astronomique est si exact avec nos puissants instruments, que je n'hésite pas à dire que toutes ces discordances embarrassantes disparaîtraient comme par enchantement si l'on parvenait à obtenir la véritable température applicable au calcul de la réfraction. Nous atteindrions enfin d'une manière certaine l'exactitude du dixième de seconde.

» On trouvera peut-être cette dernière assertion bien hardie : arrêtons-nous un instant pour la justifier. Il me suffira de mettre sous les yeux de l'Académie le tableau suivant des distances polaires de α Petite Ourse déduites des deux culminations, combinaison qui a pour effet d'éliminer les erreurs introduites par les colatitudes différentes, adoptées successivement dans le cours de la réduction des observations. Je dois faire remarquer qu'il ne comprend que les observations faites dans les circonstances les plus fâcheuses, c'est-à-dire celles où l'excès $t - \theta$ est le plus grand possible.

	Pass. sup^r.	Pass. inf^r.	Moyenne.	Écarts.
1851	1°.27'.10",03	10",65	1°.27'.10",34	— 0",10
1852	10,15	10,59	10,37	— 0,07
1853	10,09	10,65	10,37	— 0,07
1854	9,88	10,78	10,33	— 0,11
1855	10,59	10,48	10,53	+ 0,09
1856	10,47	10,43	10,45	+ 0,01
1857	10,78	10,18	10,48	+ 0,04
1858	10,90	10,16	10,53	+ 0,09
1859	10,89	10,15	10,52	+ 0,08
1860	10,75	10,17	10,46	+ 0,02
1861	10,44	10,22	10,33	— 0,11
1862	10,74	10,31	10,52	+ 0,08
1863	10,77	10,25	10,51	+ 0,07
1864	10,47	10,27	10,37	— 0,07
			1.27.10,44	

» Les discordances avec la moyenne ne dépassent pas 0″,11 (1) : ainsi on peut aujourd'hui réduire à dix ou quinze ans le laps de temps nécessaire pour rendre sensible un fait qui eût naguère exigé plus d'un siècle.

» Ce qui me confirme dans l'opinion que les erreurs systématiques des Catalogues dépendent principalement de l'emploi exclusif du thermomètre extérieur dans le calcul de la réfraction, c'est qu'on a beau varier les instruments, en perfectionner l'étude, multiplier les observations et les observatoires, on ne gagne absolument rien. M. Auwers, qui vient de discuter d'une manière approfondie seize Catalogues fondamentaux d'une grande valeur, n'a pu trouver de motif de se décider pour l'un plutôt que pour l'autre; il a été réduit à prendre entre eux une simple moyenne afin d'en déduire un Catalogue normal, lequel à son tour a le désavantage de contenir des erreurs systématiques encore plus inextricables, tandis que celles des Catalogues originaux dépendent presque exclusivement, si je ne me trompe, de la cause que je viens de signaler. Cette cause est d'ailleurs la seule qui soit en état de rendre compte des circonstances caractéristiques du problème.

» S'il en est ainsi, il devient important d'examiner de très-près la question. Je crois avoir prouvé que, pour la région du ciel occupée par la polaire, à Greenwich, il faut calculer la réfraction par le thermomètre intérieur tel qu'il est actuellement placé. Sans doute la démonstration s'applique encore à une étendue notable au-dessus et même au-dessous du pôle. S'étend-elle à toutes les étoiles, à quelque hauteur qu'elles atteignent dans leur culmination? C'est là ce qu'une discussion analogue sur des circumpolaires très-éloignées du pôle nous apprendra. Mais je doute beaucoup que la même règle doive être appliquée sans modification aux étoiles très-basses, surtout au sud, et moins encore aux étoiles vues par réflexion, à tra-

---

(1) La marche régulière de ces petits écarts indique une petite correction de 0″,01 dans le mouvement propre de l'étoile, ou de 0″,06 dans la constante de la nutation. Cette dernière me semble peu probable, car je trouve que les ascensions droites de la polaire observées à Greenwich s'accordent parfaitement avec la constante de M. Peters, pourvu que l'on corrige les résultats des dix premières années (1851-1860) d'une erreur constante de 0^s,45. Cette erreur me paraît tenir à ce que l'un des tourillons était échauffé sensiblement par un bec de gaz; elle a disparu à partir de 1861, par suite d'heureuses modifications apportées à cette partie des accessoires de l'instrument. Le grand cercle méridien de M. Airy ne se retourne pas, mais cela ne l'empêcherait pas d'être un instrument parfait si la flexion y était étudiée autrement qu'avec des étoiles vues par réflexion sur un bain de mercure, genre d'observation dont M. Bakhuyzen conteste, comme moi, la parfaite exactitude.

vers les couches d'air qui reposent immédiatement sur le plancher de la salle. Peut-être faudrait-il, pour ces étoiles-là, recourir à des thermomètres diversement placés. Heureusement ces dernières observations, mauvaises au point de vue qui nous occupe, ne sont nullement nécessaires pour la détermination des erreurs instrumentales (flexions); j'ai montré il y a vingt ans que l'on peut, et (on le voit bien aujourd'hui) que l'on doit substituer aux étoiles réfléchies des collimateurs également vus par réflexion sur un bain de mercure, mais, cette fois, dans des circonstances de température intérieure dont on est entièrement maître (1).

» Sans doute le meilleur correctif de cette cause d'erreur serait de réduire constamment $t-\theta$ à zéro; malheureusement le voisinage du sol, la nécessité de donner un abri à l'instrument et de le protéger contre de trop brusques variations de température ou contre un rayonnement intense ne permettent pas de réaliser cette condition-là d'une manière rigoureuse. D'autre part on ne pourrait abandonner la masse énorme d'observations que nous possédons sans essayer de tirer parti du haut degré de précision qu'elles ont atteint, mais qui se trouve masqué par un mode vicieux de réduction. La question que je soulève intéresse donc le passé aussi bien que l'avenir. Elle nous montre aussi combien les astronomes de Greenwich ont eu raison de conserver leur thermomètre intérieur, alors même que les décisions de leurs prédécesseurs semblaient en avoir condamné définitivement l'usage; il sera facile d'introduire la correction nouvelle dans les plus utiles réductions antérieures de cet observatoire.

» Que l'on me permette de revenir, en terminant, sur cette considération que le procès entre les deux thermomètres a été jugé à une époque où les observations étaient moins précises, les instruments moins étudiés, les constantes des réductions très-incertaines. Aujourd'hui, au contraire, ces constantes sont connues avec beaucoup plus d'exactitude, les instruments sont incomparablement plus puissants et mieux étudiés, et les observations plus exactes et beaucoup plus nombreuses. Il est donc tout naturel que, la question étant posée de nouveau, elle reçoive aujourd'hui une solution différente. »

---

(1) *Comptes rendus*, t. XXI, p. 761 et suiv.

ÉLECTROCHIMIE. — *Traitement électrochimique des minerais d'argent, de plomb et de cuivre;* par **M. Becquerel.**

» Je prends la liberté d'entretenir de nouveau l'Académie des recherches que j'ai faites de 1835 à 1840, pour le traitement électrochimique des minerais d'argent, de cuivre et de plomb.

» La première communication à l'Académie date de 1836 (*Comptes rendus*, t. II, p. 230).

» Deux autres communications furent faites dans les séances publiques des cinq Académies, les 2 mai 1837 et 1838. Depuis, j'ai cessé de m'en occuper.

» Le principe général consiste dans l'emploi de couples voltaïques composés de zinc, de fer ou de plomb associés à des lames de cuivre ou à des amas de charbon bien recuit; les lames de métal non oxydable, ou les substances non métalliques conductrices, sont mises en communication immédiate avec la dissolution métallique argentifère des minerais convenablement préparés, tandis que les lames de métal oxydable sont placées dans des diaphragmes perméables en toile à voile ou en cuir non tanné remplis seulement d'eau salée et plongeant dans cette dissolution, puis mises en communication métallique avec les premières.

» Les métaux contenus dans le minerai réduit en poudre très-fine sont chlorurés ou sulfatés suivant des méthodes que j'ai indiquées dans le *Traité d'Électricité et de Magnétisme*, en 3 volumes que j'ai publié en commun avec M. Edmond Becquerel (t. II, p. 276).

» Le minerai préparé est déposé dans de grandes fosses contenant de l'eau salée saturée, agitée avec un moulinet mis en mouvement au moyen d'un moteur convenable, pour opérer la dissolution des sels métalliques solubles.

» Le minerai étant déposé, on décante le liquide dans d'autres bassins, où se trouvent les couples précédemment mentionnés. On a traité de cette manière avec succès 20 000 kilogrammes de minerais envoyés du Mexique, du Pérou, du Chili, de Sibérie, de Freyberg, de Sainte-Marie-aux-Mines, et de différents points de la France.

» C'est la première fois qu'on a fait usage des piles à courants constants, construites sur une grande échelle, en séparant les deux liquides par un diaphragme poreux et dont j'avais fait connaître le principe à l'Académie en 1829 (*Annales de Chimie et de Physique*, 2^e série, t. XLI, p. 19).

» Plusieurs de ces couples furent réunis pour former des piles, et on diminua ainsi le temps nécessaire pour la reduction des métaux. On fit

usage même d'un couple indépendant à courant constant dont on élevait la température afin de produire des effets plus rapides encore. Dans l'ouvrage dont je viens de parler, je donne la description d'une usine dans laquelle il était possible de traiter 900 mètres cubes d'eau salée saturée tenant en dissolution le chlorure d'argent, et qui pouvait donner en vingt-quatre heures 500 kilogrammes d'argent; rien n'avait été oublié, dans la description du procédé, pour que l'on pût en faire une application immédiate. L'expérience démontra que les minerais d'argent contenant du cuivre et du plomb pouvaient être traités sans difficulté par le procédé électrochimique toutes les fois que le sel marin était à bas prix, et qu'il y avait suffisamment de bois dans la localité, pour opérer un grillage, quand la chloruration ne pouvait pas être faite par la voie humide.

» J'ai indiqué en même temps un moyen de séparer l'argent du plomb dans la galène, espèce de coupellation par voie humide.

» M. Duport Sainte-Claire, qui a été longtemps à la tête des ateliers d'affinage du Gouvernement à Mexico, juge très-compétent dans la matière, s'exprime en ces termes en parlant du procédé électrochimique, dans son ouvrage sur la production des métaux précieux au Mexique, qui a reçu l'approbation de l'Académie :

« Quelles seraient donc les conséquences du manque complet de mercure, si par un de ces événements peu probables sans doute, mais possibles, la mine d'Almanden cessait de fournir du cinabre, soit par des éboulements, soit par une trop grande abondance des eaux, soit enfin parce que les minerais suffisamment riches en mercure auraient été extraits?

» La production du vif argent, limitée alors à celle des mines de la Carniole, serait insuffisante pour les besoins; il s'ensuivrait une hausse de prix telle, qu'elle équivaudrait en quelque sorte à une disette absolue. Que deviendrait alors l'extraction de l'argent au Mexique?

» Il y a quelques années, cette question eût été fort embarrassante à résoudre, car on ne connaissait aucun moyen d'extraire l'argent de ces minerais que la fonte et l'amalgamation. (Il n'en serait plus ainsi aujourd'hui.) J'ai pu me convaincre de la possibilité de son application (procédé électrochimique) industrielle sur les minerais du Mexique, autant par des expériences faites sur 4000 kilogrammes de minerai des principaux districts, que j'avais fait venir à Paris, que par celles que j'ai répétées moi-même sur les lieux. L'application sur une plus grande échelle une fois constatée, la question se réduisait à une comparaison de chiffres pour le coût des anciens et des nouveaux systèmes. »

» M. Duport était sur le point d'appliquer le procédé électrochimique au Mexique, lorsque des affaires de famille le rappelèrent en France, où il est resté depuis.

» Dans ce procédé, des appareils voltaïques fonctionnent avec le zinc,

le fer ou le plomb et l'eau salée sans l'intervention d'aucun acide; le mercure en est également exclu.

» Dans ma communication de 1838 je proposai un autre procédé dont voici le principe :

« On commence par faire subir au minerai une préparation préalable en employant divers procédés qui dépendent de sa nature et des ressources que présente le pays en produits chimiques; puis on fait passer un courant électrique dans la masse minérale convenablement disposée et humectée d'eau salée; ce courant s'empare de l'argent, qu'il transporte sur des corps non oxydables, où on le recueille à l'état de poudre, de cristaux ou de lamelles suivant l'intensité du courant. »

» Depuis 1840 ce procédé n'a pas reçu d'application; ce n'est que depuis un an et plus peut-être, qu'il attire vivement l'attention publique en Californie, comme on en juge par les articles qui sont consignés dans le *Courrier de San-Francisco*. Le premier article est de fin octobre 1868 et le second du 14 janvier dernier, qui contient un Rapport de MM. Holf et Pioche qui s'occupent avec suite et intelligence de ce procédé auquel ils ont fait faire de notables progrès.

» Ces Messieurs, après avoir rappelé tous les efforts que j'ai faits pour arriver à la solution de la question et en avoir parlé dans des termes obligeants, dont je suis très-reconnaissant, décrivent les améliorations qui me paraissent rationnelles, quoique je n'en aie qu'une imparfaite connaissance. Voici en deux mots en quoi consistent ces améliorations. Ils ont renoncé d'abord au premier procédé dont j'ai parlé précédemment pour s'en tenir au second, qu'ils ont rendu, je crois, pratique, et qui a pour but de retirer non-seulement l'argent, mais l'or. La pile est mise en rapport avec le minerai même, humecté probablement avec de l'eau salée (car ils ne le disent pas dans leur Rapport), réduit en poussière et auquel ils ajoutent des substances qu'ils n'indiquent pas, pour les décomposer. Ils impriment à la masse pâteuse un mouvement continuel de rotation, après avoir plongé dans le mélange des lames de cuivre amalgamé et, sans doute, d'autres lames d'un métal oxydable, mises en communication, la lame de cuivre amalgamé avec le pôle négatif et l'autre lame avec le pôle positif de la pile; le courant décompose le sel d'argent sous l'influence de la pile et du cuivre amalgamé. Quant aux agents chimiques introduits, ils n'en disent mot. Voici comment ces Messieurs s'expriment à cet égard à la fin de leur Rapport :

« Quant aux réactions chimiques qui doivent nécessairement avoir lieu pour que le transport des métaux précieux puisse s'opérer, elles sont nombreuses et complexes; et, quoique depuis longtemps nous en ayons établi les formules, nous croyons devoir attendre leur pré-

sentation prochaine à l'Académie des Sciences de l'Institut de France et leur acceptation par nos grands maîtres avant de leur donner de la publicité. »

» Je me tiens donc dans une extrême réserve à l'égard de ce procédé qui me paraît être une amélioration du mien et avec d'autant plus de raison qu'il faudrait avant tout connaître le prix de revient et tous les détails du procédé amélioré qui a été déjà essayé sur une grande échelle. On retire du minerai de 80 à 87 pour 100 de la teneur en argent.

» En attendant, j'ai désiré d'attirer l'attention publique sur cette importante question, afin que l'on s'en occupât dans les grands districts miniers où l'extraction de l'argent éprouve un grand ralentissement qui est une des causes probables de la rareté de ce métal en Europe. »

PHYSIQUE. — *Sur les propriétés physiques et le pouvoir calorifique des huiles minérales et des pétroles; par* **M. H. Sainte-Claire Deville** (1).

« Les nombres qui vont suivre et que j'ai demandé à l'Académie la permission de publier dans ses *Comptes rendus* doivent servir :

» 1° A indiquer le danger que les huiles minérales présentent dans leur transport et pour leur conservation, par suite de la présence des matières volatiles qu'elles contiennent. On trouve dans les tableaux une série de chiffres indiquant leur volatilité. Le danger que les huiles font courir est d'autant plus grand que la quantité de matières bouillant au-dessous de 120 degrés est plus considérable.

» 2° On ne s'est pas assez méfié de la dilatabilité considérable des huiles de pétrole; lorsque l'espace libre ménagé au-dessus des tonneaux qui les renferment est insuffisant pour compenser les effets extraordinaires de cette dilatation, ces tonneaux font explosion et font courir les risques les plus grands des plus dangereux incendies. Les coefficients de dilatation contenus dans ces tableaux permettront aux exportateurs de calculer le volume qui doit rester vide dans chaque tonneau pour que le liquide puisse se dilater librement jusqu'à une température de 50 degrés, qu'il n'atteindra jamais ou presque jamais. J'appelle l'attention sur cette cause fréquente d'accidents terribles, cause qui semble avoir échappé jusqu'ici à l'observation des expéditeurs d'huile de pétrole.

» 3° La composition des huiles donnera une idée approchée de leur valeur comme combustibles. La quantité de chaleur que développera leur

(1) L'Académie a décidé que cette communication, bien que dépassant les limites réglementaires, serait reproduite en entier au *Compte rendu*.

combustion augmentera en général avec les proportions d'hydrogène et diminuera avec les proportions d'oxygène qu'elles contiennent.

» 4° La composition du produit de distillation des huiles minérales renseignera les chimistes sur la nature des hydrogènes carbonés qui les constituent en grande partie.

13° (1) *Huile de Béchelbronn.* Naturelle, donnée et analysée par M. Boussingault. A 280 degrés cette huile ne perd rien.

Composition	C	85,6
	H	9,6
	Az	0,25
	Cendres	0,05
	O	4,5
		100,0
Densité à zéro		0,968
» à 50°,6		0,935
Coefficient de dilatation		0,000697

14° *Pétrole brut de Béchelbronn.* Produit visqueux. Envoi de M. Le Bel.

Huile brute.

Perte par la chaleur à 170 degrés	5,3	pour 100
» à 190 degrés	10,3	»
» à 210 degrés	20,7	»
» à 230 degrés	30,7	»
» à 250 degrés	37,3	»

Composition	C	85,7
	H	12,0
	O	2,3
		100,0
Densité à zéro		0,892
» à 50 degrés		0,857
Coefficient de dilatation		0,000793

Huile distillée.

Composition	C	84,5
	H	12,6
	O	2,9
		100,0
Densité à 21°,4		0,816

Résidu de la distillation. Densité à 21°,2 0,914

(1) Ce n° 13 indique que les tableaux qui suivent sont la continuation des tableaux de même genre publiés dans les *Comptes rendus*, t. LXVI, p. 442.

15° *Pétrole de Schwabwiller* (Bas-Rhin). Envoi de M. Sanyas.

Huile brute.

Perte par la chaleur à 170 degrés	7,7	pour 100
» à 190 degrés	12,0	»
» à 210 degrés	17,3	»
» à 230 degrés	23,0	»
» à 250 degrés	28,7	»

Composition	C...	86,2
	H..	13,3
	O...	0,5
		100,0

Densité à zéro	0,861
» à 50 degrés	0,828
Coefficient de dilatation	0,000858

Huile distillée.

Composition	C...	84,3
	H...	13,6
	O...	2,1
		100,0

Densité à 22°,2 0,776

Résidu de la distillation. Densité à 21 degrés..... 0,882

16° *Pétrole de Schwabwiller* (Bas-Rhin), de la Compagnie des pétroles français, extrait des sables bitumineux par M. Sanyas. Fluorescent en bleu.

Perte par la chaleur à 160 degrés	5,6	pour 100
» à 180 degrés	14,6	»
» à 200 degrés	22,0	»
» à 220 degrés	34,3	»
» à 240 degrés	39,3	»
» à 250 degrés	42,7	»

Composition	C...	79,5	79,8
	H...	13,6	13,5
	O...	6,9	6,7
		100,0	100,0

Densité à zéro	0,829
» à 51°,8	0,795
Coefficient de dilatation	0,000843

Huile distillée.

Composition..........	C...	85,5
	H...	14,2
	O...	0,3
		100,0

Densité à 20 degrés 0,776

Résidu de la distillation. Densité à 21°,8........ 0,849

17° *Huile de Gabiau* (Hérault). Visqueuse et noire (M. Foucou).

Huile brute.

Perte par la chaleur à 292 degrés.......... 0,7 pour 100
» à 300 degrés.......... 14,0 »

Composition..........	C...	86,1
	H...	12,7
	O...	1,2
		100,0

Densité à zéro.............................. 0,894
» à 50 degrés.......................... 0,731
Coefficient de dilatation...................... 0,000687

Huile distillée.

Composition..........	C...	86,5
	H...	12,4
	O...	1,1
		100,0

Densité à 20°,6........ 0,860

Résidu de la distillation. Densité à 20°,4...... 0,888

18° *Pétrole du Hanovre* (Ædesse), pris à la surface. Noir, un peu visqueux (M. Foucou, n° 3).

Huile brute.

Perte par la chaleur à 100 degrés........... 0,5 pour 100
» à 120 degrés.......... 2,7 »
» à 140 degrés.......... 5 »
» à 200 degrés.......... 11 »
» à 220 degrés.......... 14 »
» à 250 degrés.......... 19 »

Composition..........	C...	80,4
	H...	12,7
	O...	6,9
		100,0

Densité à zéro........................ 0,892
» à 48°,2........................ 0,860
Coefficient de dilatation........................ 0,000772

Huile distillée.

Composition........	C...	83,2
	H...	13,6
	O...	3,2
		100,0

Densité à 21 degrés........................ 0,775

Résidu de la distillation. Densité à 22 degrés... 0,908

19° *Pétrole du Hanovre* (Witze), 50 mètres de profondeur, noir, assez visqueux, coule lentement (M. Foucou, n° 4).

Huile brute.

Perte par la chaleur à 250 degrés......... 5,4 pour 100
» à 270 degrés......... 7,8 »
» à 300 degrés........ 16,3 »

Composition..........	C...	86,2
	H..	11,4
	O...	2,4
		100,0

Densité à zéro........................ 0,955
» à 50°,6........................ 0,925
Coefficient de dilatation........................ 0,000641

Huile distillée.

Composition..........	C...	84,3
	H...	12,5
	O...	3,2
		100,0

Densité à 21 degrés........................ 0,842

Résidu de la distillation. Densité à 21 degrés... 0,959

20° *Pétrole du Hanovre* (Oberg), à 12 mètres, dichroïque, légèrement visqueux (M. Foucou, n° 5).

Huile brute.

Perte par la chaleur à 250 degrés............... 8,6 pour 100

Composition..........	C...	84,4
	H...	11,5
	O...	4,1
		100,0

Densité à zéro	0,944
» à 48°,2	0,915
Coefficient de dilatation	0,000662

Huile distillée.

Composition	C...	84,1
	H...	13,0
	O...	2,9
		100,0

Densité à 21 degrés ... 0,830

Résidu de la distillation. Densité à 21 degrés... 0,944

21° *Pétrole de Gallicie* (Ost Gallizien). Envoi de M. Ami Boué, Membre de l'Académie des Sciences de Vienne.

Huile brute.

Perte par la chaleur à 100 degrés	2,1	pour 100
» à 120 degrés	4,6	»
» à 140 degrés	8,7	»
» à 160 degrés	13,7	»
» à 180 degrés	14,3	»
» à 200 degrés	21,7	»
» à 220 degrés	25,3	»
» à 250 degrés	32,3	»

Composition	C...	82,2
	H...	12,1
	O...	5,7
		100,0

Densité à zéro	0,870
» à 50 degrés	0,836
Coefficient de dilatation	0,000813

Huile distillée.

Composition	C...	80,5
	H...	13,6
	O...	5,9
		100,0

Densité à 21 degrés ... 0,778

Résidu de la distillation. Densité à 21 degrés... 0,901

22° *Huile de Gallicie* (West Gallizien), envoyée par M. Ami Boué.

Huile brute.

Perte par la chaleur à 100 degrés	1	pour 100
» à 120 degrés	4	»
» à 140 degrés	9,8	»
» à 160 degrés	14,3	»
» à 180 degrés	23,3	»
» à 200 degrés	27	»
» à 220 degrés	30,7	»
» à 250 degrés	36,7	»

Composition.......... C... 85,3; H... 12,6; O... 2,1; 100,0

Densité à zéro	0,885
» à 50 degrés	0,852
Coefficient de dilatation	0,000775

Huile distillée.

Composition.......... C... 83,8; H... 12,9; O... 3,3; 100,0

Densité à 21 degrés.............................. 0,786

Résidu de la distillation. Densité à 21 degrés..... 0,931

23° *Pétrole de Circassie,* épais. Envoi de M. Fabre de Marseille. Noir, dur, peu visqueux.

Huile brute.

Perte par la chaleur à 160 degrés	1	pour 100
» à 180 degrés	1,3	»
» à 200 degrés	2	»
» à 220 degrés	2,7	»
» à 250 degrés	10	»
» à 280 degrés	21,3	»

Composition.......... C... 85,3; H... 11,6; O... 3,1; 100,0

Densité à 20 degrés	0,9405
» à 58 degrés	0,904
Coefficient de dilatation	0,000696

Huile distillée.

Composition	C...	83,1
	H ..	12,8
	O...	4,1
		100,0

Densité à 20 degrés.............................. 0,857

Résidu de la distillation. Densité à 22 degrés. 0,944

24° *Pétrole de Circassie.* Envoi de M. Fabre de Marseille. Noir et assez fluide.

Huile brute.

Perte par la chaleur à 100 degrés	3,3	pour 100
» à 120 degrés	8,7	»
» à 140 degrés	15,7	»
» à 160 degrés	19,3	»
» à 180 degrés	24	»
» à 200 degrés	27,7	»
» à 220 degrés	32,7	»
» à 250 degrés	34,7	»

Composition	C...	84,2
	H...	12,4
	O...	3,4
		100,0

Densité à zéro	0,887
» à 58 degrés	0,850
Coefficient de dilatation	0,000750

Huile distillée.

Composition	C...	83,5
	H...	13,5
	O...	3,0
		100,0

Densité à 20 degrés.............................. 0,787

Résidu de la distillation. Densité à 22 degrés..... 0,936

25° *Pétrole de Valachie* (Ploësti). Envoi de M. Fabre de Marseille. Noir et fluide.

Huile brute.

Perte par la chaleur à 120 degrés	5,4	pour 100
» à 140 degrés	11,8	»
» à 160 degrés	17,8	»
» à 180 degrés	23,8	»
» à 200 degrés	29,2	»
» à 220 degrés	34,6	»
» à 250 degrés	41,6	»

Composition { C... 82,6 ; H... 12,5 ; O... 4,9 } = 100,0

Densité à zéro	0,862
» à 50°,8	0,828
Coefficient de dilatation	0,000808

Huile distillée.

Composition { C... 80,1 ; H... 13,7 ; O... 6,2 } = 100,0

Densité à 20 degrés 0,778

Résidu de la distillation. Densité à 22 degrés... 0,910.

26° *Pétrole de Valachie* (Ploësti). Envoi de M. Fabre de Marseille. Noir et assez fluide.

Huile brute.

Perte par la chaleur à 120 degrés	0,7	pour 100
» à 140 degrés	3,3	»
» à 160 degrés	6	»
» à 180 degrés	10,7	»
» à 200 degrés	15,3	»
» à 220 degrés	19,3	»
» à 250 degrés	26,7	»

Composition { C... 83,0 ; H... 12,2 ; O... 4,8 } = 100,0

Densité à zéro.............................. 0,901
» à 50°,8.............................. 0,868
Coefficient de dilatation.............................. 0,000748

Huile distillée.

Composition.......... { C... 83,5 ; H... 13,2 ; O... 3,3 }

Densité à 20 degrés.............................. 0,804
Résidu de la distillation. Densité à 22 degrés.... 0,924.

27° *Pétrole noir de Parmesan* (Marzolaro). Noir, liquide (M. Foucou, n° 2).

Huile brute.

Perte par la chaleur à 200 degrés.	7,7	pour 100
» à 250 degrés...........	17,9	»

Composition.......... { C... 84,9 ; H... 11,4 ; O... 3,7 } 100,0

Densité à zéro.............................. 0,938
» à 50°,8.............................. 0,905
Coefficient de dilatation.............................. 0,000716

Huile distillée.

Composition.......... { C... 83,8 ; H... 12,6 ; O... 3,6 } 100,0

Densité à 21 degrés.............................. 0,830
Résidu de la distillation. Densité à 21 degrés... 0,944.

28° *Pétrole de Parme* (Neviano de'Rossi). Dans l'argile pliocénique à 60 mètres de profondeur. Huile ambrée, très-fluide, envoyée par M. Foucou (n° 2).

Huile brute.

Perte par la chaleur à 100 degrés...........	1,8	pour 100
» à 120 degrés...........	16,2	»
» à 140 degrés...........	39,9	»
» à 160 degrés...........	54,9	»
» à 180 degrés...........	65,6	»

Perte par la chaleur à 200 degrés	75,4	pour 100
» à 220 degrés	79,8	»
» à 250 degrés	88,6	»

Composition: C... 81,9; H... 12,5; O... 5,6; total 100,0

Densité à zéro	0,809
» à 52°,6	0,770
Coefficient de dilatation	0,000963

Huile distillée.

Composition: C... 83,0; H... 13,1; O... 3,9; total 100,0

Densité à 20 degrés 0,783

Résidu de la distillation. Densité à 22 degrés... 0,874.

29° *Pétrole du Piémont* (Retorbido). Marne pliocénique à 35 mètres de profondeur, blanc jaunâtre, fluorescence vive, très-liquide (M. Foucou, n° 1).

Huile brute.

Perte par la chaleur à 200 degrés	7,5	pour 100
» à 220 degrés	9	»
» à 250 degrés	29,7	»
» à 270 degrés	52,3	»

Composition: C... 86,4; H... 12,2; O... 1,4; total 100,0

Densité à zéro	0,919
» à 52°,6	0,884
Coefficient de dilatation	0,000752

Huile distillée.

Composition: C... 84,7; H... 12,3; O... 3,0; total 100,0

Densité à 21 degrés 0,880

Résidu de la distillation. Densité à 22 degrés... 0,936.

30° *Pétrole de Zante*. Noir, visqueux. Donné par MM. Hermann et Cie.

Huile brute.

Perte par la chaleur à 300 degrés............. 9,7 pour 100

Composition..........	C...	82,6
	H...	11,8
	O...	5,6
		100,0

Densité à zéro.................................. 0,952
» à 50 degrés........................... 0,921
Coefficient de dilatation........................ 0,000673

Huile distillée.

Composition..........	C...	82,7
	H...	12,8
	O...	4,5
		100,0

Densité à 21 degrés.............................. 0,883
Résidu de la distillation. Densité à 21 degrés... 0,942.

31° *Crude Petroleum Oil* (*Canada West*). A 120 mètres de profondeur (Grand-Manitoulin) (M. Foucou).

Perte par la chaleur à 160 degrés........	6	pour 100
» à 180 degrés..........	14,7	»
» à 200 degrés..........	19,7	»
» à 220 degrés..........	28,1	»
» à 240 degrés..........	35,8	»

Composition........	C...	83,0	83,2
	H...	14,6	14,0
	O...	2,4	2,8
		100,0	100,0

Densité à zéro.................................. 0,828
» à 51°,8.............................. 0,801
Coefficient de dilatation....................... 0,000883

Huile distillée

Composition..........	C...	83,3
	H...	16,1
	O...	0,6
		100,0

Densité à 19°,4................................ 0,778
Résidu de la distillation. Densité à 20 degrés... 0,846.

32° *Bothwel* (*Canada West*). A 185 mètres; odeur infecte à la distillation (M. Foucou, n° 3).

Huile brute.

Perte par la chaleur à 150 degrés	10,4	pour 100
» à 170 degrés	14	»
» à 190 degrés	19,2	»
» à 210 degrés	19,6	»
» à 230 dégrés	21,6	»
» à 250 degrés	32,0	»

Composition	C...	84,3
	H...	13,4
	O...	2,3
		100,0

Densité à zéro	0,857
» à 50 degrés	0,838
Coefficient de dilatation	0,000868

Huile distillée.

Composition	C...	85,3
	H...	14,2
	O...	0,5
		100,0

Densité à 21°,2 0,773

Résidu de la distillation. Densité à 20°,4... 0,879.

33° *Petrolia* (*Canada West*), prise à 169 mètres. Donnée par M. Foucou (n° 4).

Huile brute.

Perte par la chaleur à 125 degrés	0	pour 100
» à 150 degrés	15	»
» à 170 degrés	15,7	»
» à 190 degrés	22,9	»
» à 210 degrés	27,1	»
» à 230 degrés	32,1	»
» à 250 degrés	37,1	»

Composition	C...	84,5
	H...	13,5
	O...	2,0
		100,0

Densité à zéro	0,870
» à 50 degrés	0,851
Coefficient de dilatation	0,000836

Huile distillée.

Composition	C...	79,4	79,2
	H...	14,1	14,1
	O...	6,5	6,7
		100,0	100,0

Densité à 20°,8 ... 0,781

Résidu de la distillation. Densité à 20°,4... 0,896.

34° *Crude Petroleum Oil* (*Canada West*) (M. Foucou, n° 6).

Huile brute.

Perte par la chaleur à 170 degrés	3	pour 100
» à 190 degrés	9,0	»
» à 210 degrés	14,0	»
» à 230 degrés	20,2	»
» à 250 degrés	28,2	»

Composition	C...	82,7
	H...	13,5
	O...	3,8
		100,0

Densité à zéro	0,844
» à 51°,8	0,815
Coefficient de dilatation	0,001

Huile distillée.

Composition	C...	85,2
	H...	14,1
	O...	0,7
		100,0

Densité à 19°,7 ... 0,782

Résidu de la distillation. Densité à 20°,1... 0,864.

35° *Pétrole de la Virginie-Occidentale* (du puits Gutherie Wall, à Roger's Gulch); profondeur, 495 pieds. Huile légère, comparativement aux huiles de la contrée, qui toutes sont lourdes (M. Foucou, n° 7).

Huile brute.

Perte par la chaleur à 100 degrés	1,4	pour 100
» à 130 degrés	5,5	»

Perte par la chaleur à 150 degrés	10,1	pour 100
» à 170 degrés	16,5	»
» à 200 degrés	21,1	»
» à 220 degrés	23,4	»
» à 250 degrés	30,7	»

Composition:

C. .	83,2
H...	13,2
O...	3,6
	100,0

Densité à zéro	0,857
» à 50°,8	0,824
Coefficient de dilatation	0,000788

Huile distillée.

Composition:

C...	81,9
H...	13,8
O...	4,3
	100,0

Densité à 20 degrés 0,781

Résidu de la distillation. Densité à 21 degrés... 0,874.

36° *Pétrole de la Virginie-Occidentale* (du puits Mecook Wall, Roger's Gulch); profondeur, 320 pieds; huile lourde à lubrifier, verdâtre (M. Foucou, n° 8).

Huile brute.

Perte par la chaleur à 250 degrés .... 8,9 pour 100

Composition:

C...	83,6
H...	12,9
O...	3,5
	100,0

Densité à zéro	0,897
» à 50°,8	0,866
Coefficient de dilatation	0,000704

Huile distillée.

Composition:

C...	84,0
H...	12,3
O...	3,7
	100,0

Densité à 21 degrés 0,855

Résidu de la distillation. Densité à 21 degrés... 0,893.

37° *Huile de Birmanie* (Rangoon), donnée par M. Fabre de Marseille.

Huile brute.

Perte de la chaleur à 130 degrés	4,3	pour 100
» à 150 degrés	5,3	»
» à 190 degrés	6	»
» à 230 degrés	8,7	»
» à 250 degrés	13,3	»

Composition	C...	83,8
	H...	12,7
	O...	3,5
		100,0

Densité à 28°,2	0,875
» à 60 degrés	0,855
Coefficient de dilatation	0,000774

Huile distillée.

Composition	C...	80,9
	H...	13,9
	O...	5,2
		100,0

Densité à 23° 0,795

Résidu de la distillation. Densité à 28°,2.... 0,890.

38° *Pétrole de Chine de Foo-choo-Foo*, venant de Hong-Kong, donné par M. Marcou. Solide à zéro, liquide et peu coloré, fluorescent.

Huile brute.

Perte par la chaleur à 150 degrés	1,6	pour 100
» à 170 degrés	12,4	»
» à 190 degrés	28	»
» à 210 degrés	41,6	»
» à 230 degrés	51,6	»
» à 250 degrés	60,8	»

Composition	C...	83,5
	H...	12,9
	O...	3,6
		100,0

Densité à zéro	0,860
» à 55 degrés	0,822
Coefficient de dilatation	0,000824

Huile distillée.

Composition..........	C...	83,8
	H...	12,9
	O...	3,3
		100,0

Densité à 26°,2.............................. 0,884

Résidu de la distillation. Fusible à 28 degrés, densité à 30... 0,881.

39° *Huile brute des schistes de Vagnas* (Ardèche). Envoi de M. Guez.

Huile brute.

Perte par la chaleur	à 170 degrés...........	4	pour 100
»	à 190 degrés...........	7,7	»
»	à 210 degrés...........	20	»
»	à 230 degrés...........	28,3	»
»	à 250 degrés...........	42	»

Composition...	C................	80,3
	H................	11,5
	Beaucoup d'Azote et O.	8,2
		100,0

Densité à zéro.............................. 0,911
» à 50 degrés.............................. 0,874
Coefficient de dilatation.............................. 0,000896

Huile distillée.

Composition......	C......	82,3
	H.......	11,5
	Az et O..	6,2
		100,0

Densité à 22°,2.............................. 0,862

Résidu de la distillation. Densité à 21°,8... 0,912.

40° *Huile des schistes d'Autun* (usine du Ruet, de MM. de Champeaux, Bazin et Rodary).

Huile brute.

Perte par la chaleur	à 100 degrés...........	4	pour 100
»	à 120 degrés...........	6,7	»
»	à 140 degrés...........	12,7	»
»	à 160 degrés...........	17,3	»
»	à 180 degrés...........	24,7	»

Perte par la chaleur à 200 degrés	31 pour 100	
» à 220 degrés	38 »	
» à 240 degrés	44,7 »	

Composition	C...	79,7
	H...	11,8
	O...	8,6
		100,0

Densité à zéro	0,870
» à 60 degrés	0,829
Coefficient de dilatation	0,000859

Produit distillé.

Composition	C.....	77,2
	H.....	12,2
	AZ et O.	10,6
		100,0

Densité à 22°,6 0,787

Résidu de la distillation. Densité à 22°,6... 0,921.

41° *Huile lourde de pins,* envoyée par M. Dive de Mont-de-Marsan, incolore, fluorescente en bleu ou visqueuse.

Huile brute.

Perte par la chaleur : nulle à 300 degrés, distillée au-dessus.

Composition	C...	87,1
	H...	10,4
	O...	2,5
		100,0

Densité à zéro	0,985
» à 50°,6	0,952
Coefficient de dilatation	0,000685

Huile distillée.

Composition	C...	84,8
	H...	10,5
	O..	4,7
		100,0

CHIMIE AGRICOLE. — *Observations sur une Note de* M. Velter *ayant pour titre :* De l'utilité du sel marin en agriculture; *par* **M. Eug. Peligot.**

« Dans le travail *Sur la répartition de la potasse et de la soude dans les végétaux*, que j'ai présenté à l'Académie, il y a un an environ, j'ai cherché à

établir que, contrairement aux résultats qu'on a déduits de l'analyse des cendres d'un grand nombre de plantes et aux opinions adoptées par la plupart des agriculteurs et les chimistes, la soude est beaucoup moins répandue dans le règne végétal qu'on ne le suppose généralement. En cherchant, en effet, à constater la présence de cette base par des expériences directes, j'ai été conduit à admettre qu'elle n'existe pas dans les produits de l'incinération d'un grand nombre de plantes cultivées, tandis qu'en employant les mêmes procédés elle se rencontre dans les cendres fournies par d'autres plantes venues dans le même terrain, notamment dans la betterave, dans diverses plantes marines et dans d'autres végétaux de la famille des atriplicées. Aussi, il m'a semblé qu'il n'est plus possible d'admettre désormais que la soude et la potasse peuvent se remplacer mutuellement dans les phénomènes qui président au développement des végétaux.

» J'ai soumis ces expériences à de nouvelles vérifications, et j'ai lieu de les considérer comme exactes, dans des limites même plus étroites que celles auxquelles je m'étais arrêté dans mon premier travail. Les faits que j'ai observés m'ont conduit naturellement, sinon à contester d'une manière absolue, au moins à mettre en doute l'efficacité du sel marin comme engrais, soit qu'on l'ajoute au fumier ou à d'autres matières fertilisantes, soit qu'on le répande sur la terre sous forme de résidus des salines, d'engrais humains ou d'eaux provenant des égouts des villes; dans les terrains peu perméables, il est permis d'admettre que le sel n'étant pas absorbé par les récoltes s'accumule au bout d'un temps plus ou moins long, de manière à faire obstacle à la germination des graines que le sol reçoit ultérieurement. Plus d'un fait agricole peut être invoqué en faveur de cette opinion.

» Ce n'est, d'ailleurs, qu'avec une grande réserve que j'ai abordé cette importante question, qui, depuis tant d'années, divise les agriculteurs les plus autorisés; en apportant à la discussion un élément nouveau, c'est-à-dire l'absence des sels de soude dans les cendres de la plupart des plantes cultivées, je désirais surtout appeler l'attention des agriculteurs tant sur les faits acquis que sur les expériences à instituer pour conduire à une solution définitive.

» Sous ce rapport, mon but a été promptement atteint. Quelques jours après la lecture de mon travail à l'Académie, M. Velter, Répétiteur à l'École d'Agriculture de Grignon, publiait dans les *Comptes rendus* une Note ayant pour titre : *De l'utilité du sel marin en agriculture, fondée sur la transformation en carbonate de soude et ultérieurement en nitrate de soude.* En outre, en présentant le travail complet de M. Velter à la Société impériale et cen-

trale d'Agriculture, l'honorable Directeur de l'École de Grignon, M. Bella, combattait, avec une vivacité qui témoigne en faveur de ses convictions sur les bons effets du sel marin, les réserves que j'avais faites en ce qui concerne le rôle utile du sel dans les engrais. M. Bella avait publié récemment dans le premier fascicule des travaux du corps enseignant de l'École qu'il dirige, une expérience de laquelle il tire cette conclusion que dans une terre riche, de bonne qualité, en bonne fécondité et cependant imprégnée d'une certaine quantité de chlorure de sodium, le sel augmente très-sensiblement les rendements en grains et en paille du froment. Partisan décidé de l'emploi du sel comme engrais, M. Bella rappelle qu'il a continué à Grignon une tradition qui remonte à quarante années et qui consiste à utiliser les eaux de l'égout collecteur de Versailles, à mêler le sel aux guanos, enfin à arroser les fumiers avec des dissolutions de sel à raison de 250 kilogrammes par hectare; il se demande si, en dehors de l'action chimique, le sel n'a aucune action sur l'état électrique des vapeurs d'eau qui se dégage du sol, et s'il ne peut pas, ainsi, avoir une action indirecte sur la végétation.

» Je me garderai bien de discuter l'expérience faite à Grignon sur quatre parcelles de terrain de 4 ares chacune, dont l'une n'avait pas reçu de sel, et dont les trois autres en avaient reçu des doses qui ont varié de 250, 500 et 1000 kilogrammes par hectare (1). Je ne mets pas en doute que, avec l'emploi du sel et peut-être aussi grâce à un capital considérable, les terres de ce domaine ont été maintenues depuis quarante ans dans un excellent état de fertilité. Mais quelle est la mesure de cet état? Quelle est la part qui en revient à l'emploi du sel? Si cette substance eût été écartée, cette fertilité aurait-elle été la même ou bien aurait-elle aug-

(1) Je dois faire néanmoins une remarque : le lot n° 2 a fourni 1275 gerbes de blé à l'hectare, le lot n° 3 1250 et le lot n° 4 1225; le poids des gerbes de tous les lots était le même en moyenne, de $9^{kil},387$. Le rendement en grains a été représenté de 45 hectolitres par hectare pour le lot sans sel et de $47^{hect},5$, $52^{hect},5$ et $52^{hect},5$ pour les lots salés. Ce qui me paraît difficile à expliquer, c'est que l'hectolitre de blé provenant de la parcelle qui n'avait pas reçu de sel pesait $73^{kil},880$, tandis que le poids de l'hectolitre du grain fourni par le lot qui avait reçu 1000 kilogrammes de sel s'élevait à $76^{kil},660$. Ainsi deux carrés de terre presque contigus, placés dans les mêmes conditions de température et d'humidité, ayant reçu l'un et l'autre 200 kilogrammes de phospho-guano à l'hectare, auraient donné du blé d'une nature tellement différente que l'un pèse à l'hectolitre près de 3 kilogrammes de plus que l'autre. Comme les cendres du blé sont parfaitement exemptes de sels de soude, ainsi que cela a été établi depuis longtemps, notamment par M. Boussingault, ce résultat était bien digne de fixer l'attention des expérimentateurs.

menté ou diminué? Je ne pense pas que personne puisse répondre à ces questions.

» La même réserve ne m'est pas permise à l'égard des expériences de M. Velter. Le travail de ce chimiste, depuis sa publication, fait autorité auprès des partisans de l'emploi du sel comme engrais; tout récemment l'*Association libre des cultivateurs*, de Ghistelles, en Belgique, en réclamant l'abolition de l'impôt sur le sel dans leur pays, invoquait l'opinion de M. Velter à l'appui des bons résultats que le sel leur a fournis dans des cultures variées; les membres de cette Association admettent que dans plusieurs circonstances, notamment dans la culture des colzas, les sels de soude peuvent remplacer les sels de potasse (1).

» En conséquence, j'ai dû répéter l'été dernier les expériences faites à Grignon par M. Velter. Ce chimiste a fait usage de deux cylindres en zinc de 1 mètre de hauteur sur 15 centimètres de diamètre, munis à 10 centimètres de la base d'un faux fond formé par une toile métallique permettant de recueillir l'eau de drainage. Le 4 juin, chaque cylindre ayant reçu 18 kilogrammes de terre, on a mis dans l'un des deux 170 grammes de sel marin qui furent enfouis à 20 centimètres de profondeur et dissous par un litre d'eau distillée; l'autre vase fut conservé sans addition de sel, pour servir de témoin, après avoir reçu pareillement 1 litre d'eau.

« En octobre, dit M. Velter, la terre du cylindre contenant le sel, prise » à la profondeur de 20 centimètres, avait changé de nature; elle possé» dait une réaction alcaline très-prononcée, et l'extrait aqueux (très-alca» lin) était fortement coloré en brun par les composés ulmiques. Je re» connus alors la transformation du sel marin en carbonate de soude, déjà » signalée par Berthollet. »

» L'auteur ajoute que cette transformation a été suivie de celle du carbonate en nitrate, en présence des matières organiques et du calcaire contenus dans la terre. Cette nitrification n'est représentée, il est vrai, que par une bien faible différence, par 3 milligrammes d'acide azotique qui se trouvait en plus dans 1 kilogramme de terre salée. L'auteur n'a pas fait connaître le procédé qu'il a employé pour cette difficile détermination.

» Quoi qu'il en soit, M. Velter tire de son expérience cette conclusion, que le sel marin est utile à la végétation, *en ce sens qu'il favorise la nitrification des matières azotées*. En présence du calcaire contenu dans le sol, il se

(1) *Journal de l'Agriculture*, dirigé par M. BARRAL, 1869, t. I, n° 62.

produit du carbonate de soude, lequel se transforme ensuite en azotate alcalin.

» Cette opinion est assurément fort acceptable, si les faits sur lesquels elle s'appuie ont été bien observés; mais je regrette d'avoir à dire qu'il n'en est pas ainsi; l'expérience que je viens de décrire est entachée d'un vice radical : elle a été faite *dans des vases métalliques*, dans des cylindres *en zinc*. Or les chimistes savent qu'une dissolution de sel marin attaque rapidement ce métal. En présence de l'air, il se fait de l'oxychlorure de zinc insoluble dans l'eau, et la liqueur salée devient fortement alcaline. Je mets sous les yeux de l'Académie de l'oxychlorure de zinc préparé dans ces conditions.

» Il n'est donc pas surprenant que M. Velter ait constaté que la liqueur du cylindre contenant la terre salée était devenue fortement alcaline. L'acide carbonique contenu dans la terre a dû même favoriser, dans ces conditions, la transformation du sel marin en carbonate de soude.

» L'auteur s'appuie sur l'autorité de Berthollet qui aurait déjà signalé, d'après lui, la transformation du sel marin en carbonate de soude. Or, en remontant au texte, il est facile de voir qu'il s'agit beaucoup moins d'une expérience réalisée par l'illustre auteur de la *Statique* que d'une hypothèse qu'il avait mise en avant, dans son Mémoire sur l'Égypte, pour expliquer la formation du carbonate de soude sur les bords du lac Natron.

» Afin qu'il ne reste aucune équivoque sur ce point du débat, je demande à l'Académie la permission de reproduire ici le passage auquel il est fait allusion :

« L'efflorescence produit de même une séparation de carbonate de soude, lorsque celui-ci se trouve en contact avec le carbonate de chaux dans un degré d'humidité convenable; alors il se fait une très-petite dissolution du carbonate de chaux, au moyen de l'action qu'exerce sur lui le muriate de soude; mais la combinaison de l'acide carbonique avec la soude et sa séparation simultanée sont décidées par l'efflorescence, et le phénomène se continue. Les circonstances qui peuvent favoriser l'efflorescence sont un mélange convenable de muriate de soude et de carbonate de chaux, et une humidité soutenue à une température élevée; le voisinage d'un corps poreux favorise encore la décomposition du muriate de soude en facilitant l'efflorescence et la séparation du carbonate de soude; mais, quoi qu'il y ait peu de différence entre les conditions de cette décomposition et celle qu'on obtient par la chaux, il paraît que la première exige un intervalle de temps beaucoup plus grand et peut être quelques circonstances plus favorables, telles qu'une température plus élevée; d'où vient probablement que Scheele n'a pas obtenu cette décomposition en se servant de carbonate de chaux.

» C'est par ces circonstances que j'ai observées sur les bords du lac Natron, que j'ai cru pouvoir expliquer la formation continuelle d'une immense quantité de carbonate de soude, et il est probable que c'est à des circonstances semblables ou peu différentes qu'est due la

production du carbonate de soude qu'on observe dans d'autres déserts, ainsi que sur la surface de quelques voûtes et de quelques murs (1). »

» Berthollet ajoute : « C'est encore à une cause semblable qu'il faut attribuer la décomposition de muriate de soude, par les lames de fer tenues dans un lieu humide; le carbonate de soude effleurit à leur surface, et il se décompose si on le plonge dans les gouttes de muriate de fer qui se forme en même temps. »

» En remplaçant le fer par le zinc, c'est, comme on voit, le fait, sans la cause, qui a été observé à Grignon; on voit, d'ailleurs, qu'il s'agit plutôt d'une interprétation que d'une expérience faite par Berthollet. Il n'est pas utile d'ajouter que les résultats qu'il énonce sont en désaccord avec ceux qui ont été observés par tous les chimistes qui, depuis Scheele, se sont occupés de la transformation du sel marin en carbonate de soude.

» Je devais néanmoins rechercher si, dans l'expérience de M. Velter, il y a réellement formation d'azotates alcalins ou terreux ; on pouvait supposer, en effet, que l'emploi d'un vase de métal, tout en exaltant le phénomène de l'alcalinité, n'en avait pas été la cause unique; il était possible qu'en se plaçant dans des conditions agricoles plus normales, la présence du sel marin dans le sol ait favorisé la formation des azotates.

» L'expérience a été faite de la manière suivante :

» Deux grands pots à fleurs, en terre poreuse, de quinze litres de capacité, ont été à peu près remplis de bonne terre de jardin préalablement mouillée. Cette terre renfermait à l'état sec :

Matières organiques azotées	11,1
Carbonate de chaux	30,4
Argile et sable	58,5
	100,0

» Le 28 juin, on a semé dix haricots dans chaque pot; l'un des vases a été arrosé avec trois litres d'eau ordinaire, dans laquelle on avait fait dissoudre 20 grammes de sel marin; l'autre avec la même quantité d'eau non salée. Dans le but de soustraire les graines au contact d'une liqueur trop riche en sel, on a versé en dernier lieu un litre d'eau sur chacun des vases qui ont été enterrés, en plein air et à fleur de terre, dans un carré de jardin fraichement labouré.

» Le temps s'étant maintenu sec pendant toute la durée de l'expérience, les deux vases ont été arrosés simultanément, à diverses époques, avec la même quantité d'eau.

(1) *Essai de Statique chimique*, t. I, p. 405.

» Au bout de huit à dix jours, les haricots commencent à se montrer dans le vase qui n'a pas reçu de sel; la végétation suit sa marche ordinaire, et le 15 août on a récolté huit tiges vigoureuses, garnies de leurs feuilles et de leurs fruits.

» Dans le pot qui a reçu l'eau salée, une seule graine a germé et a fourni une tige chétive qui n'a pas fleuri. Pendant plusieurs semaines, aucune végétation ne s'est produite. Néanmoins, dans la dernière période de l'expérience, des graines de plantes voisines, apportées probablement par le vent, ont germé sur cette terre, de sorte qu'au moment où les haricots étaient arrivés à maturité dans le pot qui n'avait pas reçu de sel, l'autre était couvert d'une végétation assez abondante de pourpier, d'amarante et de chénopodée.

» Cette expérience établit une fois de plus l'influence pernicieuse du sel sur la germination; celle-ci n'a commencé, pour les plantes parasites, qu'après que la terre a été soumise à des arrosages plusieurs fois répétés, qui ont eu pour résultat de diviser les 20 grammes de sel dans une quantité de terre considérable. Le pourpier et le chénopodée sont des plantes dont les cendres contiennent du sel marin; l'amarante n'en renferme pas.

» La recherche des azotates qui auraient pris naissance au sein de la terre sous l'influence des matières organiques et calcaires, avec ou sans le concours du sel marin, a éte faite en soumettant d'abord chaque pot à un lessivage méthodique. L'eau de pluie dont j'ai fait usage traversait toute la masse de terre et était recueillie par l'ouverture ménagée au fond du vase; 8 litres d'eau ont été versés sur chaque pot et ont donné $3\frac{1}{2}$ litres d'eau séléniteuse colorée en jaune par les matières organiques que la terre renfermait.

» Un égal volume de chacune de ces dissolutions ayant été évaporé à siccité, l'alcool bouillant en a séparé les azotates; les deux liqueurs alcooliques ont été évaporées à leur tour, et les résidus secs ont été repris par une égale quantité d'eau et mis en contact avec une lame d'or, après addition d'acide chlorhydrique et en opérant dans les mêmes conditions de temps et de température; la perte de poids de ces lames devait être proportionnelle à la quantité d'eau régale ainsi formée, et par conséquent d'azotates contenus dans chacun des échantillons de terre.

» Dans le matras contenant le produit du pot qui avait reçu le sel, on a fait tomber une lame d'or très-mince du poids de $0^{gr},799$. On avait pris soin de ne pas toucher cette lame avec les doigts. Le matras, fermé avec un bouchon de liége, a été abandonné pendant vingt-quatre heures à la

température ordinaire, puis chauffé pendant trois heures au bain-marie, à la température de 80 degrés. Après ce temps, la lame a été lavée et séchée; elle pesait $0^{gr},749$. Il y avait eu $0^{gr},050$ d'or dissous.

» La liqueur du vase non salé a été traitée exactement de la même façon; la lame d'or pesait $0^{gr},752$ avant et $0^{gr},447$ après son séjour dans la dissolution acide. En conséquence, $0^{gr},305$ d'or avaient été dissous, c'est-à-dire une quantité environ six fois plus considérable que celle qui avait disparu sous l'influence de la terre salée.

» Ainsi cette expérience tend à établir *précisément le contraire* de ce qui a été annoncé par M. Velter : loin de favoriser la formation des azotates dans un sol calcaire pourvu de matières organiques, le sel marin y met obstacle.

» J'avoue que ce résultat ne m'a nullement surpris. Quoique les conditions dans lesquelles le nitre prend naissance dans les différents sols nous soient encore peu connues, malgré les très-nombreuses recherches exécutées avant et après la fondation du prix que, à la demande de Turgot, l'Académie des Sciences a proposé, en 1775, pour celui qui arriverait à résoudre cet important problème, il est bien difficile aujourd'hui de contester qu'une certaine solidarité existe entre les matières organiques et les éléments minéraux que renferment les sols dans lesquels la nitrification s'accomplit; des observations récentes du docteur Palmer, qui a constaté que dans les Indes même la formation du nitre n'a lieu que dans les lieux qui ont été ou qui sont habités, confirment *cette vieille expérience sans nom d'auteur*, que Gay-Lussac objectait à Longchamp, qui soutenait, comme on sait, l'opinion contraire.

» On peut aller plus loin et envisager la formation des azotates comme étant étroitement liée aux phénomènes de fermentation et de putréfaction qui accompagnent la destruction spontanée des matières organiques; or l'agent le plus propre à entraver ces phénomènes, le corps antiseptique par excellence, est le sel marin. L'expérience que je viens de décrire n'a donc fait que confirmer ce qui pouvait être prévu par avance.

» Cette étude resserre dans des limites encore plus étroites la discussion des mérites du sel marin au point de vue de la production des récoltes. Cependant, tout en maintenant les doutes que j'ai énoncés à l'égard des propriétés fertilisantes qui lui seraient propres, je ne conteste pas qu'il puisse jouer quelquefois un rôle utile, soit en maintenant dans le sol un degré convenable d'humidité, soit en facilitant la dissolution de quelques principes fertilisants, soit en débarrassant la terre d'insectes tels que les

chenilles et les limaces. En outre, par ses propriétés antiseptiques, le sel peut, dans des cas assez limités, assurer dans les temps de sécheresse la conservation des engrais dans le sol, ceux-ci agissant plus tard avec plus d'efficacité au moment où, sous l'influence de la pluie, le sel marin vient à disparaître lui-même. C'est peut-être à une action de ce genre qu'il faut rattacher cette pratique des cultivateurs anglais d'ajouter au guano, qu'ils emploient en si grande quantité, une certaine dose de sel marin.

» Enfin des travaux tout récents sont venus donner un appui inattendu à mes observations sur le rôle des sels de soude dans les phénomènes de la végétation. Le fils d'un de nos illustres et regrettés confrères, M. Paul de Gasparin, poursuit depuis plusieurs années, à Orange, des études difficiles sur la composition des terres arables. Pour déterminer la potasse, la soude et la magnésie que renferment les sols, il fait usage d'une méthode d'analyse qui consiste à transformer ces bases en sulfates neutres, après que les autres substances qui les accompagnent ont été séparées; puis à précipiter, au moyen de la baryte, l'acide sulfurique et la magnésie; cette dernière base est ensuite pesée sous forme de sulfate; quant à la potasse, elle est dosée à l'état de chlorure de potassium et de platine.

« Quelle que soit, dit M. Paul de Gasparin, l'opinion qu'on se forme sur le mérite de ces opérations, il est évident que si, constamment, non pas une fois, mais vingt, cinquante fois, la potasse et la magnésie correspondent rigoureusement en équivalents au dosage du sulfate de baryte, on peut en conclure hardiment qu'il n'y avait pas de soude dans le terrain..... Comme, en matière expérimentale, il faut être méticuleux, je dois dire que le mot *zéro* pour la soude est outré. En mettant de côté les terrains salants proprement dits qui en contiennent des quantités considérables, les terres d'alluvion et de diluvium ordinaires donnent souvent des traces de soude; mais il est bien rare que l'acide sulfurique, excédant dans le sulfate de baryte la quantité qui correspond à la potasse et à la magnésie, soit supérieur à 25 centigrammes pour 1 kilogramme de terre; et c'est alors dans des terres fumées avec des engrais de ville : ce qui explique l'origine de cette petite quantité.

» La conclusion de ces observations est que la potasse est plus que jamais confirmée en possession du titre d'*alcali végétal*, et que l'absence de la soude dans la plus grande partie des familles végétales correspond à son absence dans la plupart des terres qui les portent. »

» On ne peut mieux dire, du moins à mon sens. Cette absence de la soude se rattache d'ailleurs à la rareté relative ou à la localisation dans des terrains peu nombreux des minéraux silicatés à base de soude, tels que l'oligoclase, l'albite, le labrador, etc. La soude ne se rencontre guère dans les terrains sous forme de sels solubles qu'à l'état de chlorure de sodium, et c'est aussi dans cet état qu'on le retrouve presque toujours dans les végétaux et dans les produits de leur incinération.

» En m'appuyant sur ces faits, je me crois autorisé à formuler les deux propositions suivantes :

» 1° La plupart des plantes cultivées fournissent des cendres exemptes de sels de soude, attendu que les terrains dans lesquels elles se sont développées en sont eux-mêmes exempts.

» 2° Dans un sol plus ou moins riche en chlorure de sodium, certaines plantes ont la faculté de s'assimiler cette substance, tandis que d'autres, beaucoup plus nombreuses, la délaissent complétement. »

M. Chevreul prend la parole après la lecture du Mémoire de M. Peligot, et s'exprime comme il suit :

« Mon intention n'est pas de revenir sur la manière dont j'envisage le *chlorure de sodium* en particulier et l'*engrais* en général dans leurs rapports avec les êtres vivants, parce que déjà, à propos d'une communication de mon confrère, j'ai exposé à l'Académie que je ne peux admettre, au double point de vue de la science et de l'économie agricole, un engrais *normal*, comme l'a fait feu mon excellent ami M. de Gasparin ; à mon sens, l'*engrais* ne peut être que *complémentaire* de ce qui manque à un sol donné pour y cultiver une plante également donnée (1). Je ne discuterai pas maintenant la question de savoir à quel point la potasse peut remplacer la soude, et celle-ci la potasse dans la végétation. Je me bornerai à signaler des expériences fort intéressantes faites par M. Cloëz sur plusieurs espèces de plantes, cultivées comparativement dans un terrain enlevé au Muséum et dans un terrain situé à l'embouchure de la Somme (2), et à communiquer

---

(1) *Compte rendu* de la séance du lundi 2 décembre 1868 (t. LXVI, p. 373 à 380).

(2) Voici les résultats de quelques-unes des expériences de M. Cloëz :

Composition comparée du salin de diverses espèces de plantes récoltées au bord de la mer et au Muséum d'Histoire naturelle.

1. Chou marin (*Crambe maritima*). — Plante récoltée le 24 septembre 1868 à Haulebut, sur les bancs de galets qui bordent la mer :

Sulfate de potasse	20,1
Chlorure de potassium	26,2
Chlorure de sodium	49,6
Sulfate de chaux	3,2
	99,1

Rapport de la soude à la potasse $= \frac{960}{1000}$

(*Voir* la suite de la note p. 512.)

quelques résultats déjà obtenus sur la réaction du chlorure de sodium et du fer, parce qu'ils ont de la conformité avec ceux dont M. Peligot a parlé à propos de l'action mutuelle de ce chlorure et du zinc.

» La décomposition du chlorure de sodium, du sulfate et de l'azotate de soude par le fer dans une atmosphère humide fut observée, en 1779, par Scheele. Il reconnut celle du même chlorure et du sulfate de soude par la chaux dans des circonstances analogues, fait observé déjà par Cohausen dès 1717. Scheele, avec le génie chimique dont il était doué à un si haut degré, avait parfaitement signalé la singularité de ce fait (1).

---

2. Chou marin, récolté le 10 octobre 1868 dans le potager du Muséum d'Histoire naturelle :

Sulfate de potasse	78,0
Chlorure de potassium	8,2
Chlorure de sodium	7,9
Sulfate de chaux	4,8
	98,9
Rapport de la soude à la potasse	$= \frac{89}{1000}$

3. Moutarde noire (*Sinapis nigra*). — Plante récoltée le 28 juin 1868 au Hourdel, dans de la laisse de mer cultivée depuis dix ans :

Carbonate de potasse	22,9
Sulfate de potasse	47,8
Chlorure de potassium	10,2
Chlorure de sodium	18,0
	98,9
Rapport de la soude à la potasse	$= \frac{200}{1000}$

4. Moutarde noire. — Plante récoltée en juillet 1866 dans un terrain annexé au Muséum, rue Cuvier :

Carbonate de potasse	60,36
Sulfate de potasse	24,30
Chlorure de potassium	4,31
Chlorure de sodium	10,06
	99,03
Rapport de la soude à la potasse	$= \frac{96}{1000}$

(1) « Il paraît bien étonnant, » dit Scheele, « dans les expériences précédentes, que *l'alcali minéral qui s'est déposé sur la lame de fer puisse précipiter la dissolution martiale qui for-*

» Berthollet adopta l'opinion de Scheele, relativement à l'influence de la *propriété efflorescente du carbonate de soude* dans les réactions précédentes, avec cette différence pourtant qu'il admit la *décomposition du chlorure de sodium par la craie*, que Scheele dit n'avoir pu opérer, et cela tenait, selon Berthollet, à ce que le chimiste suédois n'avait point opéré à une température suffisamment élevée.

» Mais je ne viens point traiter cette question en ce moment, je le ferai plus tard; je me borne à exposer quelques faits à l'Académie, dont mon confrère M. Becquerel, ici présent, a été témoin hier même.

» On donne au centre d'une feuille circulaire de tôle de $0^m,15$ de diamètre la forme d'un verre de montre de $0^m,05$ de diamètre, puis on relève la zone annulaire, de manière que le bord extérieur soit incliné légèrement veers le centre; et sur cette zone chauffée convenablement, on verse une solution saturée de sel, de manière qu'elle puisse s'évaporer sans couler vers le centre, puis on place le tout dans une conserve convenablement humectée d'eau et couverte.

» Bientôt il se produit quelques gouttes sur l'espace annulaire; elles s'accroissent et se maintiennent plusieurs jours; on constate l'*alcalinité* durant les premières heures au moyen d'un papier rouge de tournesol, plus tard ces gouttes sont acides au papier bleu; alors on aperçoit une pellicule d'oxyde de fer qui peut devenir rougeâtre. Quand elles sont acides, elles renferment une solution de protochlorure de fer.

» Bientôt après la manifestation des gouttes sur l'espace annulaire, un liquide incolore et transparent *très-fortement alcalin* se réunit au centre.

» Enfin peu à peu des cristaux de carbonate de soude se manifestent sur le bord de l'espace annulaire.

» Je me borne à l'énoncé de ces faits, qui ne sont point d'accord avec *l'influence que Scheele et Berthollet ont attribuée à l'efflorescence dans l'action chimique*.

» J'espère être bientôt en mesure de les exposer en détail à l'Académie,

---

mait des gouttes sur la même lame; mais la raison est que la dissolution de fer qui s'est faite par l'acide muriatique attire fortement l'humidité lorsqu'elle est sèche, et que l'alcali qui est séparé, et comme en *végétation*, ne peut plus, après cela, exercer aucune action sur cette dissolution.

» Si l'alcali végétal avait, comme le minéral, *la propriété de tomber en efflorescence*, il est probable que les sels neutres qui en sont formés seraient décomposés de la même manière; mais cette première condition manquant, la seconde ne peut avoir lieu. »

avec quelques applications sur l'appareil très-simple à l'aide duquel je les ai observés; car c'est grâce à son dispositif qu'un fait capital dans l'histoire des théories des *actions chimiques* LENTES, a pu être constaté, à savoir : l'*alcalinité* que manifeste un liquide *avant toute efflorescence*, d'où la conséquence que *celle-ci n'est point une* CAUSE, *mais un simple* EFFET.

» J'étudie maintenant l'influence de diverses atmosphères sur la réaction du fer et du chlorure de sodium. J'ai constaté que l'action en est faible, si elle n'est pas nulle, dans une atmosphère pure de gaz acide carbonique humide.

» C'est surtout dans les actions lentes qui se passent dans les terres mêlées à des amendements et des engrais que les actions sont complexes et que l'erreur est facile lorsqu'on veut expliquer un *résultat final*, sans se préoccuper des actions qui l'ont précédé. »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Quelques remarques sur l'anatomie comparée des plantes, à l'occasion de deux Mémoires de* M. Van Tieghem (1[re] Partie); *par* **M. A. Trécul.**

« Il a été adressé à l'Académie, en 1867, un Mémoire sur la constitution du pistil, qui, par l'idée dominante, nous reporte à trois quarts de siècle en arrière. L'auteur, M. Van Tieghem, envoya, le 18 janvier dernier, un autre travail qui aurait eu plus d'importance, si ce botaniste, en négligeant des faits bien constatés, et à la suite d'études incomplètes, ne se fût laissé entraîner à des déductions que la science ne saurait admettre. Comme les bases mêmes de l'anatomie comparée des plantes sont en question, je prie l'Académie de me permettre de lui présenter quelques remarques à l'égard de ces deux Mémoires et sur l'historique du sujet. Je m'occuperai aujourd'hui du second travail, qui a pour titre : *Recherches sur la symétrie anatomique des végétaux* (p. 151 de ce vol.). Cette symétrie y est étudiée principalement dans la racine, dans la tige et dans la feuille.

» En ce qui regarde la racine, voyons d'abord ce que l'on connaissait auparavant.

» En 1810, M. de Mirbel figura une coupe transversale de la racine du *Nymphæa lutea*, mais il l'a décrite en ces termes : « Elle est organisée à la » manière des dicotylédons. Il y a une écorce, un tissu médullaire, un » cylindre ligneux et des rayons qui vont du centre à la circonférence. » (*Ann. du Mus.*, t. XVI, p. 454.)

» En 1831, M. Mohl indiqua à la surface du corps ligneux des Palmiers

(*Hist. Palm. Mart.*, p. XIX) des faisceaux dont les plus petits vaisseaux sont externes, les plus volumineux internes et *le plus tardivement développés*. Il vit aussi que des fascicules, qu'il désigna comme formés de vaisseaux propres, *alternent avec ces faisceaux*. M. Mohl admit plus tard que ces prétendus vaisseaux propres appartiennent au système libérien.

» C'est depuis l'observation de ce savant que les botanistes, s'appuyant du reste sur des nouveaux faits, ont attribué aux faisceaux vasculaires des racines des Monocotylédones une constitution inverse de celle que l'on disait exister dans les racines des Dicotylédones.

» En 1839, M. de Mirbel a figuré ces faisceaux dits *libériens* d'après la racine du dattier; mais il en prit les éléments pour l'état jeune de vaisseaux scalariformes. (*Ann. Sc. nat.*, 2e série, t. XI, *Pl.* XV, *fig.* 16, *r*, *r*.)

» Décrivant, en 1845 (*Ann. Sc. nat.*, 3e série, t. IV, p. 293), la structure et le développement de tous les organes du *Nuphar lutea*, je fis remarquer que les faisceaux de ses racines adventives ont la constitution que l'on accordait alors exclusivement à ceux des racines des Monocotylédones, et j'ajoutai (p. 301) que les plus petits vaisseaux, qui sont les plus externes, m'ont paru naître les premiers. Je donnai donc par là le premier exemple de la similitude que les racines présentent à leur début dans les deux embranchements des végétaux phanérogames; mais c'est à M. Nägeli que revient l'honneur d'avoir montré, dans ses *Beiträge*, etc., de 1858, p. 23 et 28, que la même structure se retrouve dans un grand nombre de Dicotylédones.

» Voici le résumé de ses observations : dans les Dicotylédones il se fait au centre de la jeune racine un cylindre de tissu cambial sur un, deux, trois ou quatre points périphériques duquel se forment les faisceaux primitifs dont il vient d'être question, lesquels, par leur développement centripète, peuvent arriver au contact les uns des autres au centre de la racine. Entre les rayons que dessinent ces faisceaux, le jeune tissu cellulaire est quelquefois limité extérieurement par un groupe libérien sous lequel s'accomplit, de la manière connue, l'accroissement centrifuge du corps ligneux. Tantôt le tissu générateur, dans lequel s'effectue cet accroissement, est limité aux espaces *qui alternent avec les faisceaux primaires*, d'où il suit que *ces derniers* se trouvent *opposés chacun à un rayon médullaire;* tantôt, au contraire, le tissu générateur embrasse complétement l'ensemble des faisceaux originels. Dans les Monocotylédones, M. Nägeli a distingué trois modes de séparation du cambium générateur dans le tissu cellulaire primitif. Ce tissu cambial se dispose ou sous la forme d'un cylindre central, ou sous celle d'un anneau, ou sous la

forme de cordons épars. Dans le premier cas, la naissance des vaisseaux a lieu sur quelques points périphériques du cylindre et continue de là vers le centre de celui-ci, où les faisceaux se rencontrent. Dans le deuxième cas, des faisceaux vasculaires plus ou moins nombreux, également espacés, se développent, en rayonnant, dans l'anneau de cambium. Avec ces faisceaux rayonnants *alternent autant de cordons de* CAMBIFORME (1). Chez d'autres Monocotylédones, cette structure est compliquée par l'existence de cordes de *cambiforme* plus internes quand les faisceaux vasculaires sont plus puissants. Trois de ces cordes sont quelquefois opposées aux externes, formant avec elles une série rayonnante (2), mais elles peuvent aussi alterner avec elles. Des faisceaux vasculaires peuvent être également répandus dans la région centrale.

» Telle est l'opinion de M. Nägeli. Nous verrons plus loin qu'il ne lui manque pour être complète que la description des types dicotylédonés plus simples, ou sans faisceaux de cambiforme ou libériens apparents, qui n'ont pas fixé son attention.

» Ayant à indiquer brièvement, en 1867, la position des canaux du suc propre dans la racine de l'*Aralia edulis*, j'ai dit (*Comptes rendus*, t. LXIV, p. 887), que les premiers vaisseaux lymphatiques qui se développent au centre de l'organe sont disposés suivant un triangle, que trois *faisceaux secondaires* naissent chacun sur une face du triangle vasculaire primitif, laissant entre eux par leur accroissement trois rayons médullaires primaires, opposés chacun à un angle du triangle vasculaire originel.

» J'arrive au travail de M. Van Tieghem, qui croit devoir poser les règles générales suivantes, à la page 152 de ce volume : « Chez tous les végétaux vasculaires, la racine, qu'elle soit *principale* ou *secondaire*, nor-

---

(1) M. Nägeli appelle *cambiforme* le TISSU DU SYSTÈME LIBÉRIEN que M. Mohl nomma autrefois *vaisseaux propres*, qu'Achille Richard désigna par *endoderme*, M. Caspary par *tissu conducteur*, M. Hartig par *tissu cribreux*.

(2) J'ai constaté que ces séries radiales de trois ou quatre fascicules de *cambiforme* résultent de la segmentation des faisceaux les plus étendus suivant le rayon. Cette segmentation s'opère par la lignification de quelques cellules sur deux ou trois points de ces faisceaux rayonnants, lesquelles cellules lignifiées se confondent avec le tissu fibreux environnant, qui alors enserre des îlots de *cambiforme* à parois minces. Ces îlots ont sur la coupe transversale, dans un âge avancé, tout l'aspect des faisceaux fibrovasculaires centraux qui les avoisinent, et dont ils ne semblent différer que par un moindre développement (*Pandanus javanicus*, Hort., *Tornelia fragrans*, etc.). Dans nombre de plantes il n'y a que des groupes de fibres épaissies du liber.

» *male* ou *adventive*, possède la même organisation fondamentale. *Toujours* » le corps central de la jeune racine contient *un nombre déterminé* de fais- » ceaux de deux sortes : les uns *exclusivement libériens*, les autres *exclusi-* » *vement vasculaires*, dont le développement est *centripète*, et dont l'*alter-* » *nance régulière* sur une même circonférence donne à l'organe tout entier » une symétrie parfaite par rapport à son axe de figure. Chez les Crypto- » games vasculaires, les Monocotylédones et beaucoup de Dicotylédones, » cette structure se conserve sans se compliquer, et la racine ne s'épaissit » pas; mais chez un grand nombre d'autres Dicotylédones, il subsiste au » bord interne de chaque faisceau libérien un arc générateur qui forme » par les progrès de l'âge, à l'intérieur et de dedans en dehors, des vais- » seaux et des fibres, à l'extérieur, sous le groupe libérien, et de dehors » en dedans, de nouveaux éléments libériens... »

» L'avis de M. Van Tieghem concorde, comme on le voit, en ce qu'il a d'essentiel avec ce qui avait été dit antérieurement, et en particulier avec le beau travail de M. Nägeli. Cependant la première phrase contient plusieurs points défectueux qu'il serait à désirer que l'auteur fît disparaître avant la publication de son Mémoire *in extenso*. C'est que : 1° les racines de tous les végétaux vasculaires n'ont pas l'organisation fondamentale que leur attribue M. Van Tieghem, parce qu'il en est qui ne possèdent qu'un seul faisceau vasculaire central (racine primaire et premières racines adventives des *Nuphar, Nymphæa, Victoria,* etc.,) et d'autres qui n'ont même pas du tout de vaisseaux (*Elodea*). 2° Dans une très-grande quantité d'espèces le nombre des faisceaux de la racine *n'est pas déterminé,* même dans un individu donné, souvent aussi à diverses hauteurs sur une même racine, où il va en diminuant de la base au sommet. Ce nombre est ordinairement en rapport avec le volume des racines. En voici quelques exemples. Une racine de *Tornelia fragrans* de $7^{mm},50$ de diamètre avait 53 faisceaux périphériques près de son insertion, tandis qu'une autre racine, qui n'avait que 5 millimètres de diamètre, n'en avait que 35. Les racines fibreuses grêles du *Ficaria ranunculoides* n'ont que 3 ou 2 faisceaux vasculaires; les racines charnues, longues de 3 à 4 centimètres, de la même plante, en ont de 7 à 9. Les racines fibreuses de l'*Œnanthe crocata* n'ont que 5 faisceaux rayonnants; les racines commençant à devenir napiformes en possèdent 11 environ (1). 3° Les racines secondaires et la racine principale n'ont pas

(1) J'ai décrit la racine adulte de cet *OEnanthe* à la page 157 du tome LXIII des *Comptes rendus*. Pendant son accroissement, le tissu cellulovasculaire central s'épaissit par la multi-

nécessairement la même organisation, c'est-à-dire que, si la principale a plusieurs faisceaux disposés en cercle, la racine secondaire peut n'avoir qu'un seul faisceau central. En tout cas, le nombre de ces faisceaux est proportionnel au diamètre de ces racines secondaires ou tertiaires, dans une espèce donnée. Exemples : Une racine adventive de *Pandanus javanicus* avait 191 faisceaux périphériques (je néglige ceux du centre) près de son insertion et 98 à un mètre plus loin. Une autre racine de la même plante avait 112 faisceaux périphériques près de son point d'attache, et seulement 69 à six centimètres de son sommet; une racine secondaire n'avait que 19 faisceaux périphériques, et les racines tertiaires 7 à 8. Dans le *Menyanthes trifoliata* les racines adventives principales ayant 9 faisceaux en cercle, les racines secondaires n'en ont que 2 ou 3, et les racines tertiaires 2. Dans le *Musa sinensis*, des racines qui possédaient un cercle de nombreux faisceaux périphériques, portaient des radicelles qui n'avaient que 2 fascicules vasculaires. Dans les *Nuphar lutea*, *Nymphæa alba*, *Richardia africana*, chaque racine adventive a un cercle de 11 à 12 faisceaux environ; les racines secondaires n'ont qu'un petit groupe vasculaire central irrégulier. On peut trouver dans les racines d'un même végétal les chiffres suivants pour le nombre des faisceaux primitifs : 2 et 3, 3 et 4, 4 et 5, 5 et 6, de 6 ou 7 à 11, de 1 à 15, de 6 à 200. 4° Il n'est pas non plus exact de dire que les racines normales et les racines adventives d'une même plante aient toujours la même structure. Dans les Nymphéacées la racine primaire et les premières racines adventives n'ont qu'un seul fascicule vasculaire central, tandis que les racines adventives de la plante adulte ont un cercle de 5 à 12 faisceaux ou plus, etc. 5° Il n'est pas davantage conforme à la vérité de prétendre que les jeunes racines aient, dans tous les végétaux vasculaires, deux sortes de faisceaux, les uns exclusivement libériens, les autres exclusivement vasculaires. Cette assertion est fautive pour trois raisons : A, parce que certaines racines ne possèdent, comme on le voit par ce qui précède, qu'un petit groupe vasculaire central; B, parce que dans

plication des utricules entre les faisceaux existants, qui sont refoulés vers l'extérieur, tandis que de nouveaux faisceaux se développent dans la région centrale. Le nombre des vaisseaux augmente à la fois dans les faisceaux du centre et dans les périphériques, et ces derniers ont souvent de la tendance *chacun* à produire une ébauche, très-imparfaite, il est vrai, de la disposition radiée qu'affectaient d'abord les premiers faisceaux de la racine. Ces faisceaux sont entourés de cellules pleines d'amidon, et dans ce tissu sont épars des vaisseaux propres. L'écorce finissant par se détruire, il ne reste plus que le corps central ainsi développé.

un grand nombre de plantes, ce n'est pas un faisceau exclusivement libérien qui existe, mais le rudiment d'un faisceau ou d'un arc fibrovasculaire, qui détermine l'accroissement en diamètre (1); C, parce que dans certains végétaux, quand plusieurs faisceaux primitifs sont en cercle, il n'existe pas de faisceau libérien alternant avec eux (*Nuphar lutea, Nymphæa alba, Menyanthes trifoliata, Richardia africana*, etc.). Tout ce que l'on peut dire à cet égard, c'est que si la théorie les indique, l'expérience est quelquefois impuissante à les démontrer.

» En ce qui concerne l'insertion des racines secondaires sur les principales, je crois devoir rappeler que j'ai dit autrefois qu'elle est analogue à celle des racines adventives sur les tiges, et que toujours leurs vaisseaux naissent au contact de ceux qui préexistent dans la racine mère.

» M. Van Tieghem croit pouvoir établir pour la tige des principes aussi exclusifs que pour la racine. Il admet que *tous les faisceaux, dans toutes les plantes acrogènes*, ont une même structure, qu'ils sont toujours doubles, c'est-à-dire formés d'un faisceau libérien et d'un faisceau vasculaire *superposés sur le même rayon*, lesquels s'accroissent, comme l'on sait, le premier de la circonférence au centre, le second du centre à la circonférence. Ces faisceaux seraient disposés et orientés au milieu du parenchyme avec une symétrie parfaite.

» Il y a de nombreuses exceptions à cette double loi de composition et d'arrangement. Je ne puis qu'en signaler ici quelques exemples. En mettant de côté les déviations du type normal offertes par certaines Sapindacées, etc., si souvent mentionnées, je rappellerai les tiges des *Aralia edulis* et *racemosa* (*Comptes rendus*, t. LXIV, p. 890), dans lesquelles, outre les faisceaux dirigés normalement, il y a au pourtour de la moelle un cercle de faisceaux inverses, c'est-à-dire dont la partie vasculaire est externe et la partie libérienne interne. D'autres faisceaux sont épars dans le centre du tissu médullaire.

» J'indiquerai aussi la remarquable disposition des faisceaux du *Nelumbium*, que j'ai décrite en 1852 (*Ann. Sc. nat.*, 4e série, t. I, p. 166). La voici de nouveau d'après la plante cultivée au Muséum. Il existe une lacune dans

(1) Il serait peut-être plus exact de dire que partout, dans les racines qui s'épaississent et dans celles qui ne s'épaississent pas, c'est un tel faisceau rudimentaire qui subsiste, et non un faisceau exclusivement libérien. Il est d'ailleurs bien certain que, dans nombre de plantes (*Nelumbium, Musa*, etc.) le faisceau libérien pur qui s'observe vers l'extérieur des tiges, etc., n'est que l'état le plus réduit du faisceau fibrovasculaire, qui va graduellement en diminuant vers la périphérie de ces organes.

l'axe de chaque entre-nœud du rhizome, et, à quelque distance, dans la région moyenne du parenchyme, se trouve une série circulaire de huit à neuf autres lacunes. Autour de celle du centre sont répartis, assez irrégulièrement, environ douze faisceaux volumineux, inégaux. Leur partie vasculaire est tournée vers cette lacune centrale. Près d'eux, mais un peu plus à l'extérieur, sont des faisceaux tournés en sens inverse. Chacun de ces derniers est opposé au côté interne d'une des huit ou neuf lacunes disposées en cercle. De plus, vis-à-vis l'extrémité interne de chaque cloison qui sépare deux lacunes voisines, est un autre faisceau également inverse, c'est-à-dire dont les vaisseaux sont tournés vers l'extérieur de la tige. A l'extrémité externe de chacune de ces cloisons est un autre faisceau plus volumineux encore, tourné en sens contraire, c'est-à-dire normalement. Dans chaque cloison même il y a deux faisceaux beaucoup plus petits. Celui qui est voisin du faisceau externe que je viens de signaler, a sa partie vasculaire tournée vers lui : par conséquent il est inverse; celui, au contraire, qui est près du faisceau opposé au côté interne de chaque cloison, a ses vaisseaux tournés vers ce faisceau : il est donc disposé normalement, ses vaisseaux étant tournés vers le centre de la tige. En outre, dans le parenchyme extérieur au cercle des lacunes, il y a plusieurs séries de faisceaux inégaux dirigés normalement, et d'autant plus petits qu'ils sont plus rapprochés de la circonférence. Les plus externes sont réduits à un fascicule libérien accompagné ou non d'un laticifère. Des vaisseaux à suc laiteux sont distribués aussi autour de chacun des autres faisceaux fibrovasculaires.

» Les Nymphéacées offrent, à la prétendue loi générale, une double exception par leur rhizome et par leur premier mérithalle. Celui-ci n'a qu'un seul faisceau central. Dans le rhizome, au contraire, beaucoup de faisceaux sont épars, entre-croisés dans toutes les directions et souvent anastomosés. Fréquemment deux ou trois faisceaux y sont unis par leur partie vasculaire, et, en conséquence, orientés d'une manière différente. Un résultat analogue est obtenu dans quelques genres d'Aroïdées (*Dieffenbachia*, *Syngonium*, *Philodendron*, etc.), par l'union de deux, trois ou quatre faisceaux par leur liber. Ces faisceaux composés étant épars dans la tige, les faisceaux constituants ne peuvent avoir la même orientation. Ils font donc aussi exception à la règle (*Comptes rendus*, 1865, t, LXI, p. 1164).

» La tige de l'*Elodea canadensis*, plante vasculaire, comme l'a dit M. Caspary, n'a de vaisseaux que dans la petite lacune axile, et seulement près du sommet, et quand la végétation est très-active. On n'aperçoit même souvent que les vaisseaux des feuilles, qui aboutissent à la lacune centrale,

dans laquelle ils se prolongent parfois un peu par en hant et par en bas. Ils sont spiraux ou annelés.

» Le beau groupe des Fougères, par sa constitution si remarquable, méritait bien d'être pris en considération. Ces plantes ont été regardées jusque dans ces derniers temps comme privées de trachées. L'an dernier encore, MM. Decaisne et Lemaout, dans leur *Traité général de Botanique, etc.*, Paris, 1868, p. 654, n'y ont indiqué que des vaisseaux annulaires et rayés. Pourtant, en 1865, M. Mettenius avait signalé des cellules à spirales déroulables à la face externe des faisceaux de la tige des Hyménophyllacées (*Abh. d. sachs. Gesells. d. Wiss*, Leipzig, t. VII, p. 418). J'ai trouvé des trachées dans toutes les Fougères que j'ai examinées, au moins dans la fronde. Dans les tiges de quelques espèces herbacées la position des petits vaisseaux est tout autre que dans les Phanérogames les plus communs. De ces petits vaisseaux sont parfois situés sur la face externe de chaque faisceau, mais il y en a ordinairement plusieurs sur les côtés du faisceau qui regardent les faisceaux voisins. Là j'ai trouvé quelquefois de vrais vaisseaux spiraux (*Phymatodes vulgaris*).

» Dans la fronde, la disposition des éléments anatomiques est variée. Tantôt les faisceaux, disposés en cercle avec un central parfois, ou en arc, ont une partie libérienne ou fibreuse principale, qui est tournée vers l'extérieur, tandis que la partie vasculaire avec ses trachées est dirigée vers le centre (faisceaux dorsaux du pétiole du *Polystichum aculeatum*, etc.). D'autres plantes ont les faisceaux représentés par des bandes sinueuses de figure diverse, formées en majeure partie de vaisseaux scalariformes. Les trachées sont ordinairement situées à la face interne de ces bandes, ou dans de petits enfoncements, qui sont ou non recouverts, du côté interne, par des cellules fibreuses, grêles, d'apparence libérienne (*Adiantum trapeziforme, Pteris*, etc.), ou dans des crochets à l'extrémité de ces bandes (*Gymnogramma chrysophylla*, etc.). Ailleurs les vaisseaux scalariformes composent un arc, dont la cavité est dirigée vers la face supérieure de la fronde. Alors des trachées sont placées sur le côté interne de chaque extrémité de l'arc, mais il y a un petit groupe vasculaire et en partie trachéen sur le milieu de la face externe de l'arc (*Doryopteris sagittæfolia*, etc.). Dans une fougère dont je ne connais pas la fructification, les vaisseaux dessinent une sorte de T à l'extrémité des trois branches duquel sont des trachées et des vaisseaux annelés. Enfin, chez d'autres espèces (*Scolopendrium*, *Asplenium* divers, *Cœnopteris fœniculacea*), deux arcs vasculaires, l'un à gauche,

l'autre à droite, opposés par leur convexité, se partagent le pétiole dans sa longueur. Ils restent séparés dans la partie inférieure de l'organe, mais ils se réunissent dans la partie supérieure, de manière à former un x, dont les quatre branches sont pourvues de trachées et de vaisseaux annulaires vers leur extrémité (un peu sur le côté interne de cette extrémité dans les deux branches supérieures de l'x). Dans de tels pétioles, les branches de cet x ou du T dont il vient d'être question, ne sont assurément pas sans quelque analogie avec la disposition radiée de certains faisceaux qui s'unissent au centre de la racine, ou avec la constitution des stolons radiciformes que présentent quelques Fougères.

» Le défaut d'espace m'oblige à remettre à ma prochaine communication ce qui concerne les feuilles en général. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Deuxième Mémoire sur la densité, la salure et les courants de l'océan Atlantique; par* **M. B. Savy.** (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« Les résultats auxquels m'avaient conduit les observations faites pendant ma campagne à Montevideo, m'engageaient à poursuivre mes études sur l'océan Atlantique. Dans la nouvelle campagne que, quelques jours après mon arrivée à Toulon, je recevais l'ordre d'entreprendre, je devais me rendre au Gabon, et, par suite, après avoir contourné la côte d'Afrique, je devais naviguer jusqu'à la naissance même du grand courant équatorial, en me rendant au golfe de Guinée.

» Après avoir vérifié mes instruments, je fis construire un appareil pour puiser l'eau à de grandes profondeurs, et, en dehors des quelques échantillons ramenés des profondeurs de 120 et 240 mètres, sous différentes latitudes, j'ai ramassé, chaque jour de la traversée, une bouteille d'eau de mer de surface. J'ai eu ainsi, à mon retour, 46 échantillons qui ont été soumis à un travail minutieux de laboratoire. M. Fontaine, notre habile pharmacien en chef de l'hôpital maritime de Toulon, a fait sur ces échantillons un travail considérable. Le tableau qui donne les résultats obtenus contient pour chaque échantillon :

» 1° La densité à la température de zéro;

» 2° Le résidu laissé par l'évaporation de 1 litre;

» 3° La quantité de chlorures et de bromures de sodium contenue dans 1 litre.

» La densité à la température de zéro, ramenée à la température effective de la mer au moment où l'échantillon a été puisé, donne la densité effective de la mer sous chaque latitude traversée. La série de ces densités effectives montre la régularité de la décroissance de la densité des eaux de surface, à mesure que des latitudes élevées on s'avance vers l'équateur. Un point important à noter, c'est l'accord des indications de l'aréomètre, pendant la traversée, avec les chiffres donnés par le travail précis du laboratoire. Cet accord fait ressortir la confiance avec laquelle on doit accepter la loi que suit la densité des eaux de surface, loi que j'ai signalée sur les indications de l'aréomètre.

» Pour passer des densités à zéro aux densités effectives, j'ai dû employer des coefficients de dilatation. Je me suis servi de ceux que donne M. Maury pour l'eau de mer; mais les recherches que j'ai dû faire à ce sujet m'ont conduit à la comparaison des dilatations de l'eau de mer et de l'eau distillée. Cette comparaison m'a fait voir que la loi de la dilatation est très-approximativement la même dans les deux liquides, si on les prend tous les deux à une température voisine de celle qui leur donne le maximum de densité; et je suis porté à croire que, dans toutes les solutions salines, la loi de dilatation est identiquement la même, si dans chacune de ces solutions on observe cette loi à partir de la température qui lui donne son maximum de densité.

» Quoi qu'il en soit, comme pour une température donnée, le coefficient de dilatation est d'autant plus grand que la solution est plus concentrée, il s'ensuit que des couches liquides superposées avec des salures différentes se dilatent et se contractent inégalement, sous l'effet d'une même oscillation thermométrique, et que, par suite, les mouvements qui résultent de ces dilatations différentes doivent contribuer pour une large part à la rapide diffusion des sels au sein de la masse liquide.

» Les chiffres donnés par le résidu de l'évaporation de 1 litre d'eau, et ceux qui donnent les quantités de chlorures et bromures de sodium contenues dans 1 litre, sont aussi en parfait accord avec les indications que l'aréomètre m'avait données pour la salure des eaux de surface, et témoignent, mieux encore que cet instrument, de l'existence du maximum de salure aux environs des tropiques. Ce travail de laboratoire m'a fourni les coefficients nécessaires pour passer des indications de l'aréomètre de la marine française à la pesanteur spécifique et à la salure des eaux.

» Enfin l'analyse des eaux puisées à différentes profondeurs fait voir que, très-généralement, sur le trajet que j'ai parcouru, les eaux de surface sont plus salées que les eaux profondes, ce qui est d'accord avec l'hypothèse émise sur la circulation océanique.

» Entre les îles Bissagos et le banc Sainte-Anne, j'ai pourtant ramené, de 240 mètres de profondeur, des eaux plus salées que les eaux de surface; mais je me trouvais ici au milieu d'un des plus singuliers phénomènes que présente la pleine mer, phénomène connu sous le nom de *ripement de marée*. C'est un bouillonnement des eaux, qui agite la surface avec un bruit particulier : dans certains parages, ce bouillonnement vient souvent effrayer le navigateur, qui se croit au milieu de dangereux récifs.

» La discussion des observations que j'ai faites, des circonstances multiples où je me trouvais, et l'analogie avec ce qui s'est passé sous mes yeux dans l'intérieur du fleuve du Gabon, me portent à croire que ce phénomène singulier est dû à deux courants sous-marins se rencontrant dans les profondeurs et s'épanouissant l'un sur l'autre à leur point de rencontre. On conçoit que si l'un de ces courants est constant et l'autre accidentel ou intermittent, le bouillonnement de surface auquel ils donneront lieu pourra prendre les aspects les plus variés. Dans le ripement de marée que j'ai observé aux environs du banc Sainte-Anne, j'attribue l'intermittence de l'un des courants à l'action de la Lune, qui était en opposition en ce moment.

» Les données recueillies pendant la campagne, aussi bien que celles qui m'ont été fournies par le travail de M. Fontaine, ont permis de construire des courbes qui confirment graphiquement la marche de la densité et de la salure à la surface de l'Océan.

» Un fait remarquable est la chute brusque qu'on observe dans la densité des eaux en franchissant au sud un grand cercle qui joindrait les îles du Cap-Vert aux accores du banc Saint-Anne. Ce changement de densité porte à croire que les îles du Cap-Vert sont la véritable extrémité ouest du continent africain, et qu'elles se trouvent au point de croisement de deux grands cercles du réseau pentagonal. L'un de ces grands cercles, passant aux environs du cap Spartel, représenterait la côte nord-ouest du continent africain, et l'autre, passant aux environs du cap Palmas, représenterait la côte sud-ouest du même continent dans l'hémisphère nord. Sur ce dernier grand cercle serait une saillie de la croûte terrestre, saillie sur laquelle viendraient butter les eaux de la nappe profonde de l'hémisphère sud. Ces eaux, par leur émersion, donnent alors lieu au brusque changement de

densité qu'on observe à la surface, sur tout le parconrs de la saillie sous-marine.

» La comparaison des températures de l'air et de la mer dans le golfe de Guinée fait voir que, depuis les Bissagos jusqu'au fond du golfe, la température de la mer est toujours plus élevée que celle de l'air. En doublant le cap Palmas, la température de l'eau de surface s'est élevée jusqu'à 31°,1 entre 1 heure et 2 heures de l'après-midi.

» L'étude des courants éprouvés pendant la campagne semble indiquer l'existence, sur la côte d'Afrique, de certains points d'attraction pour les eaux de surface du large. Une cause quelconque augmenterait d'une façon permanente la densité des eaux en ce point, et leur chute dans les profondeurs donnerait lieu à une circulation locale qui, pour les eaux de surface environnantes, se traduit par un mouvement de convergence vers le point d'attraction où elles doivent sombrer à leur retour.

» Je terminerai ce résumé en faisant remarquer que la circulation océanique, à laquelle m'a conduit la distribution de la densité, est à peu près identique à la circulation généralement admise pour l'atmosphère. Cette coïncidence, que je n'avais nullement prévue, et qui est pourtant d'une explication facile, semble se montrer, non-seulement dans la circulation générale, mais encore dans les circulations locales qui engendrent les vents ou les courants locaux. »

MM. Wolf et **André** soumettent au jugement de l'Académie un « Mémoire sur le passage de Mercure du 4 novembre 1868, et les conséquences à en déduire relativement à l'observation du prochain passage de Vénus sur le Soleil ». Les principaux résultats contenus dans ce Mémoire ont déjà été insérés au *Compte rendu* du 25 janvier dernier.

(Commissaires : MM. Laugier, Delaunay, Serret.)

M. Vaffas adresse d'Athènes une démonstration élémentaire du postulatum d'Euclide.

(Commissaires : MM. Liouville, Chasles.)

M. Francisque adresse une nouvelle réclamation, concernant le travail qu'il a soumis au jugement de l'Académie : « Le secret de Pythagore dévoilé ».

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre de l'Instruction publique invite l'Académie à lui présenter une liste de deux candidats pour la chaire de paléontologie actuellement vacante au Muséum d'histoire naturelle de Paris, par suite de la démission de *M. d'Archiac.*

La Lettre de M. le Ministre sera transmise à la Section d'Anatomie et de Zoologie, et à la Section de Minéralogie et de Géologie.

M. le Ministre de l'Instruction publique transmet à l'Académie un Rapport de *M. Varangeot,* concernant une observation d'une éclipse de Lune, faite le 27 janvier dernier, par 9° 51′ de latitude nord, et 50° 51′ de longitude est, à bord du paquebot *le Mozambique.* L'observation a été faite à l'œil nu : l'auteur accompagne sa description de dessins indiquant les diverses apparences que lui a paru présenter le phénomène.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un volume que vient de publier M. l'abbé *Aoust*, avec ce titre « Analyse infinitésimale des courbes tracées sur une surface quelconque », et donne lecture des passages suivants de la Lettre d'envoi :

« Le livre dont j'ai l'honneur de faire hommage à l'Académie repose sur un élément géométrique dont je fais usage depuis longtemps, et dont j'ai prouvé l'utilité dans différents Mémoires que cette savante Compagnie a bien voulu accueillir avec faveur. Cet élément est la *courbure inclinée.* J'appelle ainsi, dans un système quelconque de coordonnées, le rapport de l'angle de deux tangentes infiniment voisines de deux lignes coordonnées d'une même série, à l'arc qu'elles déterminent sur la ligne coordonnée de l'autre série; la direction de cette courbure est donnée par l'arc de cercle infiniment petit qui mesure cet angle. Ainsi définie, cette courbure n'offre rien que de précis, soit en intensité, soit en direction. Elle a plusieurs avantages, dont le plus grand est de remplacer par un seul plusieurs éléments géométriques, que l'on serait obligé de faire intervenir si l'on ne faisait usage de cette courbure : de là résulte qu'elle facilite les démonstrations et qu'elle condense les formules, tout en leur laissant un caractère géométrique. Elle donne naissance à plusieurs formules fondamentales d'une grande simplicité.

» *Formules relatives aux composantes de la courbure inclinée.* — Si l'on considère un système de coordonnées tracées sur une surface, et qu'on prenne les composantes de la courbure inclinée suivant le plan tangent et suivant la normale, on trouve des expressions simples pour ces deux composantes, la première étant la somme de la courbure géodésique de la ligne coordonnée et du rapport différentiel de l'angle des lignes coordonnées à l'arc de cette même ligne, la seconde se composant linéairement, par rapport à la composante normale, de la courbure propre, et, à la seconde courbure géodésique, de la même ligne coordonnée. La première formule, page 27 de mon livre, est la même que la formule (10), § XV, de mon Mémoire *sur la Théorie géométrique des lignes coordonnées quelconques*, présenté à l'Académie en février 1862. Dans ce Mémoire, cette formule est démontrée géométriquement par les propriétés angulaires du quadrilatère formé par deux tangentes aux deux lignes coordonnées et les projections sur le plan tangent des deux tangentes infiniment voisines. La seconde, page 77 de mon livre, est la formule (12) de mon Mémoire *sur la Courbure des surfaces*, présenté en 1864 au Comité des Sociétés savantes, et inséré dans la *Revue des Sociétés savantes*, t. VI, p. 411. Je fais un usage incessant de ces deux formules.

» *Formules relatives à la courbure d'une surface.* — Ces formules, qui donnent la courbure de la surface en fonction des composantes normales des courbures propres et des courbures inclinées des lignes coordonnées, sont très-utiles dans les transformations. Ce sont les formules (6) de mon livre, p. 80; elles ont été données antérieurement par moi dans une Note *sur la Courbure* présentée à l'Académie en 1863 (*Comptes rendus*, t. LVII).

» *Formules relatives aux variations des arcs coordonnés.* — Lorsque l'on fait usage des courbures inclinées, la variation d'un arc, laquelle aurait une expression assez complète sans l'intervention de ces courbures, se condense en un seul terme ayant une signification géométrique nettement définie, comme on le voit par les formules (8) et (8') de mon livre, p. 30 et 34. Ces formules se trouvent aussi et sont démontrées géométriquement dans mon Mémoire *sur la Théorie géométrique des lignes coordonnées*, § XIV. L'expression de la variation de l'arc y contient deux termes, relatifs chacun à une courbure inclinée de l'une des deux lignes coordonnées. Les formules IX de mon livre, p. 32, qui donnent la composante tangentielle de la courbure inclinée en fonction des variations des arcs, sont les mêmes que celles que j'avais déjà établies géométriquement dans le § XII du même Mémoire.

» *Relations entre les variations des courbures inclinées.* — Ces relations, exprimées par les formules (6) de mon livre, p. 40, sont relatives, les unes aux variations des projections tangentielles des courbures inclinées, les autres aux variations des projections normales. Elles sont intuitivement contenues dans les formules (31) de mon troisième Mémoire *sur la Théorie des coordonnées* (*Annali di Matematica del* S. Tortolini, t. VI, p. 84). Car dans ce Mémoire les arcs coordonnés $d\sigma$, $d\sigma_1$, $d\sigma_2$ ont une direction quelconque, et, dans mon livre, un de ces arcs est perpendiculaire à la direction des deux autres. Or, si l'on conserve la notation employée dans mon Mémoire, il n'y a, pour passer du cas général au cas particulier, qu'à supposer que la surface ρ_1 coupe orthogonalement les surfaces ρ et ρ_2; on voit alors, sans rien écrire, que tout facteur des cosinus de θ et de θ_2 disparaît, que toute composante suivant $d\sigma_1$ d'une courbure propre ou inclinée devient normale à la surface ρ_1, qu'enfin toute composante d'une courbure suivant les deux autres axes devient égale à la courbure tangentielle divisée par le sinus ou par la tangente de l'angle θ_1, suivant que cette dernière courbure est oblique ou perpendiculaire à cet arc, et que, par suite du groupement déjà fait dans mes équations (31) des termes relatifs aux courbures de même espèce, on obtient d'emblée, sans le moindre calcul, les équations (6) de mon livre, p. 40. Ce calcul est, en partie, indiqué et effectué dans ma *Théorie géométrique des coordonnées*, § XXVII. On déduit de ces formules (6) la formule de Gauss sous la forme simple que lui a donnée M. Liouville en 1851 (*Journal de Mathématiques*, t. XVI, p. 130), et dont M. Bertrand a donné en 1853 (*Comptes rendus*) une si élégante démonstration géométrique. En effet, il suffit d'éliminer le binôme $\frac{1}{RR_1} - \frac{1}{LL_1}$, entre la première et la deuxième de ces équations (6); le résultat qu'on obtient est la formule de Gauss, sous la forme en question. On en déduit aussi l'expression non moins simple de la courbure d'une surface, en fonction des variations des projections tangentielles des angles de contingence inclinée. Cette expression est donnée par la formule (7) de mon livre, p. 43. Cette formule a été communiquée bien antérieurement par moi, dans une Note explicative de mon Mémoire *sur la Théorie géométrique des coordonnées*, Note adressée en février 1862 à M. Bertrand, l'un des Commissaires chargés de l'examen de ce travail. »

M. Bertrand, à l'occasion de la communication faite par M. le Secrétaire perpétuel, ajoute la déclaration suivante :

« M. l'abbé Aoust m'a fait l'honneur de m'adresser, en 1861, quelques-uns des résultats qu'il a démontrés dans son ouvrage, dont la date remonte par conséquent à huit années déjà. Sans prévoir à ce sujet aucune question de priorité, je crois utile de déclarer, conformément au désir de M. l'abbé Aoust, que le savant professeur avait déjà obtenu à cette époque des relations élégantes entre les variations des angles de contingences géodésiques des lignes quelconques formant sur une surface un système de coordonnées. »

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la correspondance, une brochure de *M. Vicaire*, extraite du Bulletin de la Société de l'industrie minérale, et intitulée « Sur l'emploi des combustibles inférieurs dans la métallurgie du fer, et spécialement sur le four à sciure de bois de M. Lundin ». M. le Secrétaire donne lecture des passages suivants de la Lettre d'envoi :

« J'examine les conséquences que peuvent avoir pour l'industrie du fer certaines inventions récentes, et principalement celle des fours à régénérateurs de MM. Siemens. Je montre qu'en donnant la possibilité de chauffer les fours à réverbère à la température nécessaire pour souder le fer à l'aide des plus mauvais combustibles, les nouveaux procédés peuvent changer complétement la situation des pays de forges éloignées des houillères. En particulier, je crois avoir établi par des chiffres sérieux que, dans des conditions qui ne sont pas très-rares en France, les forges au bois pourraient, par une application intelligente de ces procédés, soutenir la concurrence des forges à la houille.

» Dans le cours de ce travail, j'ai été conduit à examiner théoriquement des questions importantes. Ainsi, j'ai cherché à exposer d'une façon précise les principes à suivre dans la production des gaz combustibles en métallurgie; je montre, d'une manière plus nette, je crois, qu'on ne l'avait encore fait, les avantages que présentent l'emploi des combustibles sous forme gazeuse et la combustion de ces gaz par l'air chaud. J'établis la distinction entre la chaleur *utilisable* dans une opération donnée, et la chaleur réellement *utilisée*, et je montre que celle-ci augmente avec la température de la flamme.

» Enfin, dans une assez longue digression, je cherche à établir les principales conséquences pratiques du fait de la *dissociation* en suivant les principes exposés dans une Note que M. H. Sainte-Claire Deville, à qui est

due cette découverte si féconde, a bien voulu présenter à l'Académie dans sa séance du 28 décembre dernier : c'est précisément à l'occasion du travail actuel que j'ai été conduit à étudier de plus près cette question. »

M. Élie de Beaumont, en présentant à l'Académie, de la part de *MM. Delesse* et *de Lapparent*, le tome VI de la *Revue de Géologie*, lit le passage suivant de la Lettre d'envoi :

« Dans cet ouvrage, nous nous proposons de résumer et, lorsque cela nous paraît nécessaire, de discuter les travaux si nombreux de Géologie qui paraissent chaque année. Nous nous occupons plus particulièrement de ceux qui sont publiés à l'étranger, car ils sont généralement peu connus en France. On trouvera d'ailleurs dans le volume actuel une Notice sur les matériaux de construction qui figuraient à l'Exposition universelle de 1867 et des analyses inédites de roches qui nous ont été communiquées directement. »

M. Zantedeschi fait hommage à l'Académie de deux opuscules imprimés en italien, accompagnés de deux Lettres, en date des 15 et 21 février 1869, écrites dans la même langue, et contenant les énonciations suivantes :

« Le premier opuscule, dont le manuscrit a été déposé à l'Athénée de Brescia le 17 janvier 1865 et imprimé la même année, présente pour la première fois les lois du climat de Padoue déduites des observations du marquis Poleni, du professeur Morgagni, des astronomes Toaldo et Chiminello, et des adjoints attachés à l'Observatoire de Padoue, sous la direction du professeur Santini, observations faites de 1725 à 1860 et qui embrassent une période non interrompue de cent trente-six ans.

» Dans le second opuscule, l'auteur donne les dates précises de cinq inventions relatives aux applications de l'électricité, dues à des physiciens italiens. Le télégraphe électrique à étincelles, de Bozzolo, à Rome, a une date antérieure à 1767. « De nos jours, dit M. Zantedeschi, j'ai vu le télégraphe » électrique aérien à étincelles, établi sur le haut de l'arc de triomphe de » Porte-Neuve à Vérone, sur lequel était placé un puissant appareil électro- » moteur de Bunsen. La lumière de l'étincelle électrique produite entre les » deux pôles était réfléchie dans un miroir concave et envoyée sur une » surface de la tour della Gabbia à Mantoue. Par la combinaison des » étincelles on formait des syllabes et des mots, et ainsi s'établissait la com- » munication des pensées entre Vérone et Mantoue. Avec un second électro-

» moteur, établi sur la tour de Mantoue, on aurait pu en compléter l'échange,
» même pendant un siége. »

» Les quatre autres inventions sont :

» 1° Pavie, 1802 : Brugnatelli, dorure électrique des médailles d'argent; 2° Venise, 1840 : Zantedeschi, gravure électrique artistique des dessins à l'encre cohibente; 3° Modène, 1841 : Marianini (Étienne), l'électrographie; 4° Trente, 1802 : Romagnosi, l'aiguille magnétique dessinant par un courant voltaïque.

» Dans quatre feuillets imprimés joints au même opuscule, l'auteur parle encore : 1° du télégraphe électrique sans fil joignant les deux stations, de l'Américain Mower; 2° de son propre éclipsiostat universel; 3° et 4° des observations analogues à celles de 1868, faites déjà par lui-même pendant l'éclipse de 1842. »

HYDRAULIQUE. — *Moyen pratique et simple de faire des épuisements par l'oscillation des vagues dans un tube recourbé verticalement; moyen proposé pour les marais de la Camargue et les marais Pontins;* par **M. A. de Caligny.** (Extrait.)

« L'effet utile de l'appareil dont il a déjà été plusieurs fois question dans les séances de l'Académie est toujours un peu plus grand pour la machine considérée comme appareil à faire des épuisements, que lorsqu'elle est considérée comme élevant de l'eau au-dessus du niveau d'où descend l'eau motrice. Cela vient en partie de ce que le tuyau de conduite se termine par un ajutage divergent à l'extrémité qui débouche dans l'écluse.

» Quand il s'agit d'utiliser les vagues, si l'on n'a pas à sa disposition une chute d'eau motrice, on peut y suppléer par le principe de l'oscillation, qui permet de faire descendre l'eau alternativement au-dessous du niveau de celle d'un marais qu'on veut épuiser, pourvu que ce niveau ne soit pas au-dessous d'une certaine limite, relative à la hauteur ordinaire des vagues dans la localité où l'on veut opérer. Il m'a été assez difficile d'avoir des renseignements sur la hauteur ordinaire des vagues, près des marais qu'on n'a pu épuiser jusqu'à ce jour, sur les bords de la Méditerranée. Mais je crois savoir enfin qu'elle donnera lieu à des effets suffisants pour faire des épuisements dans les marais de la Camargue.

» J'ai depuis longtemps parlé à la Société Philomathique du principe qui fait l'objet de cette Note, mais les premiers renseignements qui m'avaient été donnés sur l'état de la mer dans les environs des marais de la Camargue m'avaient empêché d'en proposer plus sérieusement l'application.

» On conçoit que, si un tube horizontal, ou recourbé selon certaines lois, est convenablement évasé du côté de la mer et se recourbe verticalement par son autre extrémité, aussi toujours ouverte, le choc des flots y fera élever l'eau au-dessus du niveau de la mer. Il y a, dans les rochers naturels, des effets de ce genre signalés par les voyageurs sur certaines côtes de la Méditerranée. Mais personne n'avait remarqué que, si un tuyau du genre de celui dont je viens de parler est enfoncé assez profondément, sa partie supérieure, dépassant convenablement le niveau de la mer, la colonne liquide, après y être montée, redescendra par oscillations au-dessous de ce niveau. De sorte que, si un clapet est disposé de manière à permettre à l'eau d'un marais d'entrer dans ce tuyau, sans pouvoir rentrer dans le marais, l'eau à épuiser se mêlera à celle du système, d'où elle sera alternativement chassée par l'extrémité inférieure de celui-ci.

» Le calcul des effets de cette machine, extrêmement simple, se complique par suite d'un phénomène qui a fait l'objet d'un Mémoire sur l'explication des fontaines intermittentes sous-marines : ce Mémoire a été publié en 1843 dans le *Journal de Mathématiques* de M. Liouville; il est suivi d'une Note de M. Combes, qui voulut bien, à ma prière, développer par l'analyse la théorie que j'en avais donnée moi-même. Cette Note de M. Combes a été mentionnée, ou même reproduite en entier, dans divers ouvrages.

» Il résulte, des expériences et des considérations que j'ai présentées dans ce Mémoire, que l'état d'oscillation d'une colonne liquide dans un tube vertical diminue la moyenne des pressions de l'eau sur les parois de ce tube; de sorte que, dans certaines conditions, on a une cause nouvelle et puissante d'introduction de l'eau de l'extérieur à l'intérieur. Or, cette cause ne doit pas être confondue avec ce que j'ai expliqué ci-dessus, relativement à la manière dont la simple baisse alternative d'une colonne liquide devait suffire pour introduire nécessairement de l'eau, parce qu'il y avait un clapet latéral, empêchant cette eau de retourner d'où elle était venue, tandis que ce clapet n'est pas absolument indispensable, quoiqu'il soit toujours prudent de l'employer dans la pratique.

» Pour appliquer, autant que le permettront les dimensions de l'appareil, tout le travail qu'il est permis d'espérer d'utiliser, il sera intéressant de joindre aux considérations précédentes quelques études sur la longueur des vagues dans la localité dont il s'agira. Il ne paraît pas, en effet, impossible d'utiliser les alternatives de gonflement et de dépression, qui peuvent donner lieu à des oscillations dans le tuyau dont il s'agit, même abstraction faite de choc proprement dit des flots. Mais, sans entrer dans les détails de

ce genre, je me bornerai à signaler ici l'extrême simplicité d'un moyen d'utiliser des effets d'oscillation, qui n'avaient été remarqués que comme dépendant du choc des vagues. »

PHYSIQUE. — *Rôle de la capillarité dans les phénomènes physiques et chimiques qui ont pour effet le dégagement d'un gaz ou d'une vapeur.* Note de **M. J.-Ch. d'Almeida**, présentée par M. Jamin.

« Lorsqu'au sein d'un liquide des bulles gazeuses se forment sur la surface d'un métal, les phénomènes qui en résultent sont très-différents, selon que la surface est polie ou ne l'est pas. Dans le premier cas, les bulles demeurent adhérentes dans une immobilité d'autant plus complète que le poli est plus parfait. Elles vont en grossissant sur place jusqu'à ce que leur force ascensionnelle croissante les contraigne à s'élever, ou qu'une perturbation étrangère les oblige à quitter les points où elles sont attachées. Lorsqu'au contraire la surface est rugueuse, couverte d'aspérités, les bulles ne restent pas fixées au métal. Elles montent dans le liquide avant d'être gonflées notablement, et s'élèvent d'autant plus petites que les inégalités superficielles sont plus resserrées; elles semblent même s'échapper avec hâte comme chassées par une force répulsive.

» Cette différence si profonde, observée certainement depuis longtemps, et que j'ai cherché à mettre en relief par l'étude du zinc amalgamé, est due à un mécanisme dont on trouve la raison en se rendant un compte exact de l'état d'une surface dépolie.

» Un cas particulier va fixer les idées. Plaçons une lame de zinc dans l'acide sulfurique étendu ; elle est attaquée. L'acide ronge inégalement les divers points; par l'effet d'irrégularités soit physiques, soit chimiques, il agit vivement en ceux-ci et y creuse des cavités, il respecte ceux-là qui demeurent comme des pics élevés dominant les vallées environnantes. A leur sommet, que l'acide enveloppe depuis longtemps, ces pics sont étroits; à leur base, que l'acide ne touche que depuis peu, ils ont plus de largeur. En un mot, la surface du métal est l'image en petit d'un pays de montagnes: ce dont on peut s'assurer directement en l'observant au microscope. La dégradation des pentes s'opère d'ailleurs selon les mêmes lois, et s'il m'est permis de suivre cette comparaison, je dirai que des collines et vallées moins importantes parsèment à leurs divers niveaux les pentes de chaque hauteur principale, qui offre une représentation amoindrie de l'ensemble. Enfin, quand le métal est compacte et qu'il n'a pas d'avance de solutions

de continuité, il ne se creuse jamais de larges cavités à ouverture étroite : la preuve de ceci ressortira de ce qui va suivre.

» En un point de cette surface accidentée, suivons la formation et le développement d'une bulle. Lorsque cette bulle prend naissance sur un sommet aigu, elle n'a que peu de points d'attache; elle est faiblement retenue. Elle s'enlève avant d'avoir pu grossir; c'est évident, et ces sortes de bulles ne doivent pas arrêter plus longtemps notre attention.

» Mais lorsqu'une bulle se développe entre plusieurs élévations et qu'elle est assez grosse pour toucher les pentes de quelques-unes d'entre elles, certes les points d'attache ne lui manquent pas; elle en possède de divers côtés. Pourquoi ne reste-t-elle pas fixée? Pourquoi n'est-elle pas plus adhérente que sur une surface polie qu'elle touche en un seul point? Pourquoi même est-elle chassée? La réponse à ces questions se trouve dans l'examen de la forme de la bulle et dans l'application des lois de la capillarité.

» En effet, la bulle, resserrée dans un espace qui s'élargit vers le dehors, prend une forme ovoïde. Si les parois de la cavité avaient la régularité d'un cône à base circulaire, l'ovoïde serait parfait pour un développement convenable de la bulle; il présenterait son gros bout tourné vers le dehors et l'autre bout tourné vers le dedans. Cette forme régulière doit être exceptionnelle, il est vrai; mais quelque déformation que la bulle subisse par les accidents du relief, elle ne se trouvera pas moins toujours plus effilée vers le bas et plus élargie vers le haut. Deux ménisques liquides enveloppent donc les deux extrémités inégales : l'un de petit rayon de courbure exerce une pression supérieure à celle qui est produite par le ménisque de rayon plus grand. La bulle poussée vers le dehors par l'action capillaire rompt ses attaches et s'échappe malgré l'action exercée par le métal pour la retenir.

» L'activité du départ des bulles est singulièrement favorisée par la structure même des parois le long desquelles elles s'appuient. Ces parois latérales, en effet, se trouvent creusées de vallées secondaires qui sont en tout semblables aux premières et d'où sortent sans cesse avec impétuosité de petites bulles qui poussent la bulle principale et ne lui laissent qu'un nombre très-restreint de points d'attache ou même la séparent de tout contact avec le métal. Elle s'échappe: la résistance du liquide à traverser présente seule un obstacle au mouvement.

» Une expérience assez nette montre la réalité de cette théorie. Une lame de zinc de forme rectangulaire a été réunie avec une lame de verre exactement de mêmes dimensions. Elles se touchent toutes deux le long de l'une de leurs arêtes communes, et font entre elles un petit angle dièdre. On place

cet appareil dans l'acide sulfurique étendu. Quand il est plein de la dissolution, on dispose l'ouverture vers le bas et l'arête commune vers le haut. On voit alors les bulles d'hydrogène, qui se dégagent en s'écartant de l'arête, descendre comme une multitude vers l'ouverture; elles avancent si tumultueuses et avec une telle activité, qu'elles semblent avoir hâte de sortir malgré la direction de leur marche si contraire à celle qu'un gaz prend au sein d'un liquide. Il n'est pas besoin d'ajouter que, dans toute autre position de l'appareil, les bulles s'écartent toujours de l'arête : avec cette disposition on est maître de leurs mouvements.

» Puisque le mécanisme qui pousse les bulles d'hydrogène et les oblige à se séparer du métal est connu, il est facile de l'appliquer dans les circonstances où les bulles restent adhérentes. Par un artifice que la théorie précédente indique, il est possible de les tirer de leur immobilité et de les contraindre à se mettre en mouvement. Une lame de zinc amalgamé n'est pas sensiblement attaquée par l'acide sulfurique étendu; elle ne l'est pas, parce que, on le sait, des bulles d'hydrogène restent fixées à la surface métallique qu'elles protégent. Pour les chasser, il suffira donc de couvrir le zinc d'une lame de verre qui s'adapte sur elle et constitue un appareil semblable à celui de l'expérience précédente. En effet, un dièdre étant ainsi formé, des bulles courent avec rapidité vers l'ouverture, et leur succession constante témoigne de la continuité de l'attaque. Ainsi la simple juxtaposition d'une lame de verre demeurant immobile rend continue une action chimique, qui, dans les circonstances ordinaires, s'arrête assez nettement pour qu'on ait longtemps ignoré son existence.

» Cette théorie s'applique évidemment à une série nombreuse de phénomènes qu'un dégagement de gaz accompagne, et même aux phénomènes tels que l'ébullition qui ont pour effet la production d'une vapeur. Voici quelques exemples choisis parmi un grand nombre d'autres; ils se rapportent à la polarisation des électrodes servant à la décomposition de l'eau.

» L'influence de l'état de la surface sur la valeur de cette polarisation a été étudiée d'abord par M. Poggendorff, dès 1847 (1), et ensuite par un grand nombre d'autres physiciens. Tous s'accordent sur ce point, c'est que la polarisation des électrodes est d'autant plus énergique que les métaux sont plus polis. Notre théorie en donne la raison : sur le métal poli le gaz reste adhérent et exerce puissamment son action polarisante. Au contraire,

(1) *Poggendorff's Annalen*, t. LXX, p. 177; année 1847.

les bulles gazeuses sont chassées du métal dépoli. L'action voltaïque qu'elles exercent est peu notable comme on devait s'y attendre. Le nombre de points mis à découvert par le mouvement des bulles devient à chaque instant considérable. Quelque portion du gaz développé peut bien, il est vrai, s'unir chimiquement au métal, mais les composés qui se forment, sauf celui du palladium (1), sont tellement instables, que la faible durée du contact des bulles diminue la grandeur de cette combinaison momentanée.

» La constance de la pile de Smée admet exactement la même explication. Le dépôt de platine qui recouvre la lame conductrice, dépôt qui a été obtenu par le courant et dont les premières assises se sont élargies pendant que les dernières venaient former les pointes des sommets élevés; ce dépôt, dis-je, constitue une surface éminemment convenable au dégagement gazeux : aussi les bulles petites et nombreuses s'échappent-elles avec vivacité de la lame d'argent platiné où elles prennent naissance.

» Une autre pile, que mon collègue et ami M. Adolphe Martin m'a fait connaître, la pile de Poggendorff, est admirablement construite pour mettre en évidence notre théorie. C'est une pile simple formée de cuivre et de zinc plongés dans l'acide sulfurique étendu. Mais par un procédé convenable, la lame de cuivre est recouverte d'une multitude d'aiguilles de cuivre, qui donnent à la surface une apparence veloutée, tant elles sont nombreuses. Le courant produit par un élément ainsi constitué est d'une constance remarquable. Ce résultat est facile à expliquer : la polarisation par l'hydrogène doit, en effet, être très-médiocre, puisque ce gaz est chassé dès qu'il se forme.

» Je continue à travailler dans l'ordre d'idées qui vient d'être exposé, et j'espère montrer qu'à d'autres points de vue encore la capillarité joue un rôle dans les phénomènes chimiques. »

CHIMIE. — *De l'influence que la pression exerce sur les phénomènes chimiques.* Note de **M. Berthelot**, présentée par M. Bertrand.

« La pression peut-elle réellement faire équilibre à l'affinité chimique et dans quelles conditions? C'est là une question fort controversée, et qui se trouve soulevée de nouveau par les observations intéressantes de M. Cailletet. Ce savant annonce que l'attaque du zinc par les acides et le dégagement d'hydrogène qui en résulte sont extrêmement ralentis, sinon

---

(1) Graham, *Comptes rendus*, t. LXVIII, p. 101; année 1869.

même arrêtés, lorsqu'on opère sous une forte pression : ses observations s'accordent avec celles de M. Babinet (1) et de plusieurs autres savants.

» J'ai eu occasion de faire intervenir bien des fois la pression dans les réactions chimiques, et je me propose de revenir sur son rôle véritable; mais je dois dire d'abord que la réaction des acides sur les métaux et le dégagement d'hydrogène ne me paraissent pas être empêchés par la pression directement et en dehors de toute complication accessoire.

» Il est facile de s'assurer que la pression n'empêche point en définitive, et par elle-même, l'attaque du zinc par les acides; j'ai fait, il y a douze ans, l'expérience suivante à cet égard, simple confirmation des observations analogues dues à Faraday, à Gmelin et à divers autres (2).

» J'ai pris un tube de verre vert, fermé par un bout, d'un diamètre intérieur égal à 6 millimètres et d'une épaisseur telle, que le tube pût résister aux pressions intérieures, tant que celles-ci ne dépasseraient pas 180 atmosphères : cette résistance a été mesurée directement sur une autre portion du même tube. J'ai introduit dans ledit tube 10 grammes de zinc grenaillé, j'ai étranglé en entonnoir l'extrémité ouverte, puis j'y ai versé de l'acide sulfurique étendu d'eau, dans une proportion telle que le sulfate de zinc ne pût pas cristalliser (10 parties d'eau environ). Le poids de l'acide introduit était capable de dégager 230 centimètres cubes d'hydrogène. Le vide laissé à la partie supérieure du tube s'élevait à 1 centimètre cube, de telle sorte que la pression maximum qui pût se développer dans l'appareil clos demeurât inférieure à 230 atmosphères (en tenant compte de la solubilité de l'hydrogène dans la liqueur).

» Aussitôt après l'introduction de l'acide, j'ai scellé le tube à la lampe et je l'ai déposé sur un support, le tube étant vertical et le zinc placé vers sa partie supérieure, afin de permettre au liquide saturé de sulfate de zinc qui se forme à la surface du métal de s'écouler à mesure vers le bas du tube.

» La réaction, d'abord vive, a semblé presque aussitôt s'arrêter, ou plutôt devenir presque insensible. Cependant, au bout de quelques heures, le tube s'est brisé avec une violente explosion. Le dégagement de l'hydrogène n'avait donc pas été empêché, mais seulement ralenti. D'ailleurs les nombres cités plus haut prouvent que la réaction, pour développer une pression supérieure à 180 atmosphères, a dû être presque complète.

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 2e série, t. XXXVII, p. 183.

(2) *Voir* aussi les expériences très-nettes de M. Favre, relatives à l'influence de la pression sur l'électrolyse, laquelle n'en est pas empêchée (*Comptes rendus*, t. LI, p. 1028).

» Les causes qui ralentissent le dégagement de l'hydrogène dans cette réaction sont dues à des complications secondaires, indépendantes de l'affinité proprement dite, telles que la saturation locale de la couche acide placée à la surface du zinc et diverses autres que je vais signaler. L'acide étant saturé au contact, l'attaque cesse jusqu'à ce que les mouvements du liquide ou la diffusion aient ramené une nouvelle proportion d'acide. Mais l'action de la diffusion est lente, et les mouvements du liquide, déjà entravés par l'étroit diamètre des tubes, sont d'autant plus limités que le nombre et le volume des bulles gazeuses diminuent davantage; or ce volume décroît à mesure que la pression augmente, et réciproquement. En outre, l'hydrogène paraît former d'abord à la surface du zinc une sorte de couche superficielle et adhérente (1), comme il résulte des observations des physiciens sur la polarisation des électrodes : l'agitation, le frottement ou l'action du vide sont nécessaires pour détacher cette couche d'hydrogène, qui tend à isoler le métal au sein du liquide acide. Ce n'est donc point la pression qui arrête directement le dégagement de l'hydrogène.

» Je ne veux point dire que la pression ne puisse intervenir en chimie; mais c'est en général dans des réactions d'un ordre différent et plutôt en changeant les masses relatives des corps réagissants que par ses effets mécaniques proprement dits. Elle intervient, par exemple, en maintenant en contact, sous une masse suffisante et pendant un temps convenable, certains corps susceptibles d'exercer par eux-mêmes, et indépendamment de la pression, leurs actions réciproques, toutes les fois que ces corps tendraient à se séparer à cause de l'état gazeux des uns, opposé à l'état solide ou liquide des autres. La pression intervient encore dans les réactions limitées par l'existence des réactions inverses, telles que les phénomènes de dissociation et l'équilibre mobile des réactions éthérées (2) et des réactions pyrogénées. Par exemple, j'ai reconnu que la formation des éthers par la réaction d'un acide sur un alcool, aussi bien que la décomposition inverse des éthers par l'eau, sont influencées dans leur vitesse et dans leur limite par l'état de condensation de la matière. En opérant sur des systèmes gazeux, on observe que les réactions sont d'autant plus lentes que la matière est plus dilatée. Au contraire, plus la matière est condensée, plus on voit

(1) Peut-être se forme-t-il aussi quelque combinaison temporaire; mais ce serait toujours là le produit d'une affinité que la pression n'empêche point d'agir.

(2) *Recherches sur les Affinités* (*Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. LXVI, p. 41 et 59; t. LXVIII, p. 239).

s'élever la limite de la décomposition des éthers par l'eau; or c'est là précisément celui des deux phénomènes inverses qui donne lieu à un dégagement de chaleur. Opère-t-on sur des systèmes liquides, circonstance dans laquelle les effets de la pression peuvent être très nettement distingués des effets dus à la condensation de la matière : on observe alors que la formation des éthers n'est pas influencée sensiblement par des pressions qui varient entre 1 et 100 atmosphères. Ce sont là des résultats d'autant plus nets qu'ils ont été observés sur des systèmes homogènes et qui demeurent tels. Les dissociations doivent donner lieu à des relations analogues.

» Mais la réaction des acides sur les métaux n'est ni une action lente, ni une action limitée par la réaction inverse : elle appartient à la classe des réactions déterminées par le signe des quantités de chaleur dégagées dans lesdites réactions. La pression seule ne paraît pas susceptible d'empêcher le dégagement de l'hydrogène par le zinc dans l'acide sulfurique étendu, pas plus qu'elle n'empêche le déplacement du cuivre par le zinc dans le sulfate de cuivre dissous. Les deux réactions sont en effet semblables; si le zinc déplace le cuivre, c'est parce que la formation du sulfate de zinc dégage plus de chaleur que la formation du sulfate de cuivre, toutes choses égales d'ailleurs. De même le zinc déplace l'hydrogène, parce que la formation du sulfate de zinc dégage plus de chaleur que la formation du sulfate d'hydrogène. Or cet excès ne saurait être qu'augmenté par la condensation plus grande de l'hydrogène. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nouvelle synthèse du phénol.* Note de **M. Berthelot**, présentée par M. Bertrand.

« Dans la pensée d'expliquer les propriétés singulières du phénol, $C^{12}H^6O^2$, par celles de l'acétylène, générateur fondamental de la benzine, $C^{12}H^6$, j'ai cherché à transformer l'acétylène, C^4H^2, en un alcool correspondant, $C^4H^2O^2$. A cette fin je me suis servi à dessein du procédé à l'aide duquel MM. Wurtz, Dusart et Kekulé ont changé la benzine en phénol.

» J'ai combiné d'abord l'acétylène avec l'acide sulfurique fumant, ce qui a formé l'acide acétylénosulfurique, fort distinct de l'acide acétylsulfurique que j'avais obtenu précédemment au moyen de l'acide sulfurique ordinaire. Car l'acide acétylsulfurique est décomposé lentement par un excès d'eau en alcool acétylique et acide sulfurique, tandis que le nouvel acide résiste à l'action de l'eau bouillante. C'est la même différence qui existe entre l'acide éthylsulfurique et l'acide éthylénosulfurique (isé-

thionique). J'ai préparé l'acétylénosulfate de potasse, sel difficilement cristallisable et soluble dans l'alcool ordinaire; puis j'ai décomposé ce sel par la potasse en fusion. J'ai obtenu ainsi, non l'alcool cherché $C^4H^2O^2$, mais le phénol lui-même, $C^{12}H^6O^2$, en proportion considérable.

» La formation du phénol s'explique par une condensation moléculaire, analogue à celle qui transforme l'acétylène en benzine. En effet

l'acide benzinosulfurique, $C^{12}H^6S^2O^6$,
et l'acide acétylénosulfurique, $C^4H^2S^2O^6 + nH^2O^2$,

ne peuvent différer que par la proportion d'acide sulfurique combiné, puisque la benzine résulte de l'union de 3 molécules d'acétylène. Sous l'influence de l'hydrate de potasse, l'excès d'acide est éliminé et l'acétylène se condense au moment même où il s'oxyde :

$$3\,C^4H^2 + O^2 = C^{12}H^6O^2,$$

en vertu d'un mécanisme analogue à celui qui change la benzine en phénol :

$$C^{12}H^6 + O^2 = C^{12}H^6O^2.$$

» Les caractères du phénol sont une conséquence de sa génération par l'acétylène, comme le montrent les formules suivantes :

	Acétylène............	$C^4H^2(-)(-)$	
Hydrure d'éthylène.	$C^4H^2(H^2)(H^2)$	Alcool........	$C^4H^2(H^2)(H^2O^2)$
Benzine.........	$C^4H^2(C^4H^2)(C^4H^2)$	Phénol	$C^4H^2(C^4H^2)(C^4H^2O^2)$

» On conçoit qu'un alcool dérivé de $C^4H^2O^2$ doive offrir des propriétés fort différentes d'un alcool proprement dit, dérivé de H^2O^2. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Sur la teneur de certains produits naturels en acide nitreux.* Note de **M. Chabrier.**

« 1. *Dosages d'acide nitreux dans les lessives de terres salpêtrées.* — Ces lessives proviennent de terres extraites de l'ancien village de Biskra; elles ont été, suivant la pratique de nos ateliers, disposées sans distinction de provenance dans des bassins plats et abandonnées à l'évaporation spontanée, qui est très-active pendant six mois de l'année dans le Sahara algérien. Elles marquent d'ordinaire de 30 à 40 degrés de l'aréomètre, lorsqu'on commence à les traiter par la chaux, pour les débarrasser de la magnésie. C'est à ce moment qu'ont été prélevés les échantillons sur lesquels ont porté les essais.

» Un premier dosage, fait sur 10 centimètres cubes marquant 35 degrés à l'aréomètre, a consommé 32 divisions d'hyposulfite de soude titré, pour décolorer l'iodure d'amidon produit par l'action de l'acide nitreux; ce nombre correspond à $1^{gr},216$ d'acide nitreux par litre.

» Un deuxième dosage, accompli sur une autre lessive de même degré, a employé 33 divisions d'hyposulfite, correspondant à $1^{gr},265$ d'acide nitreux par litre.

» Enfin, dans un autre dosage, exécuté sur 10 centimètres cubes d'eau de lessive à 39 degrés de l'aréomètre, la décoloration complète de l'iodure d'amidon a été obtenue au moyen de 47,5 divisions de liqueur titrée d'hyposulfite alcalin, correspondant à $1^{gr},805$ d'acide nitreux par litre.

» On peut évaluer à 15 ou 20 kilogrammes le poids de terre salpétrée, correspondant à 1 litre de lessive amenée aux degrés de concentration que j'ai indiqués. La teneur de cette terre en acide nitreux serait donc, autant qu'on peut en juger par une semblable approximation, de $0^{gr},09$ à $0^{gr},10$ d'acide nitreux par kilogramme.

» 2. *Dosages d'acide nitreux exécutés sur des échantillons de terre séparés et déterminés.* — 100 grammes de terre, prise dans un gîte exploité au mois d'octobre dernier, ont été épuisés par de l'eau distillée. La lessive a été concentrée jusqu'à un volume de 1 centimètre cube environ. L'essai a consommé 5 divisions d'hyposulfite de soude titré: soit, pour 1 kilogramme de terre, 50 divisions correspondant à $0^{gr},017$ d'acide nitreux.

» 100 grammes de terre, pris vers le fond d'une tranchée pratiquée dans le massif du vieux Biskra, au milieu des ruines d'une maison enfouie depuis longtemps, ont consommé, dans les mêmes conditions que ci-dessus, 18 divisions : soit, pour 1 kilogramme, 180 divisions, correspondant à $0^{gr},0684$.

» 3. *Dosages d'acide nitreux dans les eaux mères de la fabrication du salpêtre.* — Dans le dosage exécuté sur 10 centimètres cubes d'eau mère (*a*) comme précédemment, la quantité d'hyposulfite nécessaire pour amener la décoloration complète de l'iodure d'amidon produit a été évaluée à 1,33 divisions, correspondant à $0^{gr},0654$ d'acide nitreux par litre.

» Le même dosage, exécuté sur une eau mère (*b*) provenant d'une autre cristallisation de salpêtre, obtenue à Constantine par l'évaporation des eaux de lavage du salpêtre brut, a consommé pour 10 centimètres cubes 2 divisions d'hyposulfite titré, correspondant à $0^{gr},076$ d'acide nitreux par litre.

» Enfin un dosage exécuté sur 10 centimètres cubes de liquide, prove-

nant du traitement par un lait de chaux de l'eau mère (*a*), a donné 0,5 division, correspondant à $0^{gr},019$ d'acide nitreux par litre.

» On ne sera pas surpris de voir la teneur des eaux mères en acide nitreux si faible par rapport à celle des eaux de lessive concentrées : on sait en effet que les nitrites en dissolution, soumis pendant un certain temps à l'ébullition, se transforment en nitrates.

» Comme vérification de ce dernier fait, j'ai soumis 100 centimètres cubes d'une liqueur contenant $0^{gr},566$ de nitrate de soude à une ébullition prolongée, durant laquelle les pertes provenant de l'évaporation étaient compensées par des additions d'eau distillée. Ces 100 centimètres cubes de liquide, qui contenaient au commencement de l'opération $0^{gr},566$ de nitrite de soude, n'en accusaient plus, après trois heures d'ébullition, que $0^{gr},22$.

» 4. *Dosages d'acide nitreux dans les écumes de salpêtre lavées à l'eau.* — Dans les chaudières à salpêtre, on enlève des quantités plus ou moins grandes d'écumes très-riches en nitrate, et qui sont lavées à l'eau pure dans des cuviers, puis sont rejetées. Une certaine quantité de cette substance ainsi lavée, abandonnée à l'air pendant plusieurs mois, ayant été recueillie en vue de certaines recherches et conservée dans un flacon, j'eus la curiosité de soumettre à un dosage d'acide nitreux le liquide surnageant au-dessus, l'épais dépôt qui peu à peu s'était formé au fond de la bouteille.

» 10 centimètres cubes de ce liquide ont exigé 24 divisions d'hyposulfite de soude titré, pour amener la décoloration de l'iodure d'amidon produit; ce nombre correspond à $0^{gr},09$ d'acide nitreux par litre.

» 5. *Dosage de l'acide nitreux dans l'eau de pluie.* — Je signalerai, en terminant cette Note, les résultats obtenus en dosant l'acide nitreux dans l'eau de pluie (1). Un litre d'eau de pluie, recueilli le 18 décembre 1868 au moyen de grands entonnoirs en verre et après trois jours de pluie continue, puis réduit à quelques centimètres cubes par une concentration opérée à une température inférieure à 90 degrés, a été soumis au dosage. Ce liquide a exigé, pour la décoloration définitive de l'iodure d'amidon produit, une quantité d'hyposulfite de soude évaluée à 3,75 divisions correspondant à $0^{gr},001425$ d'acide nitreux, lequel équivaut à $0^{gr},002025$ d'acide nitrique.

» Deux litres d'eau de pluie recueillis le 20 janvier 1869, et concentrés dans les mêmes conditions que le précédent, ont consommé 8,10 divisions

---

(1) En faisant remarquer d'ailleurs que la présence de cet acide dans les eaux météoriques a été signalée par M. Schönbein, mais sans déterminations précises.

correspondant à $0^{gr},00342$ d'acide nitrique, lequel équivaut à $0^{gr},00486$ d'acide nitrique, ou $0^{gr},00243$ par litre.

» Si l'on rapproche ces nombres des quantités d'acide nitrique considérées comme résultant des dosages opérés jusqu'ici sur l'eau de pluie, il est bien permis de croire que ce que l'on a considéré comme de l'acide nitrique n'était originairement, du moins en grande partie, que de l'acide nitreux, sur l'identité duquel on a pu se méprendre par suite de la similitude de réaction des deux acides sur l'indigo, en présence de l'acide chlorhydrique et à l'aide de la chaleur, soit qu'on ait opéré directement et sans précaution préalable sur l'eau de pluie concentrée, soit qu'on ait procédé au moyen de la distillation en présence de l'acide sulfurique et en s'aidant d'une réaction oxydante pour brûler les matières organiques colorantes; auquel cas ce serait bien réellement de l'acide nitrique que l'on aurait dosé; mais cet acide nitrique serait, on le voit, un produit de l'opération elle-même, et non une substance préexistante dans l'eau de pluie. »

TOXICOLOGIE. — *Emploi de l'essence de térébenthine pour combattre l'empoisonnement par le phosphore.* Note de **M. J. Personne**, présentée par M. Bussy.

« L'action toxique du phosphore est presque complétement substituée, de nos jours, à celle de l'arsenic, dans les homicides criminels ou accidentels : M. Ambroise Tardieu nous apprend, en effet, que les statistiques criminelles placent le phosphore au premier rang des substances vénéneuses employées dans ce but. Cette substitution, causée par l'usage si répandu des allumettes chimiques et de la pâte phosphorée pour détruire les animaux nuisibles, est d'autant plus dangereuse que la médecine ne possédant, jusqu'à ce jour, aucun antidote pour combattre cet empoisonnement, les victimes sont presque fatalement vouées à la mort.

» En présence d'un pareil état de choses, il était vivement à désirer qu'on découvrît un antidote sur l'efficacité duquel le médecin pût compter. C'est dans ce but que j'ai effectué les expériences qui font l'objet de cette Note et d'après lesquelles je me crois fondé à proposer l'essence de térébenthine comme antidote du phosphore.

» Les raisons qui m'ont déterminé à tenter ces expériences sont les suivantes :

» 1° On sait depuis longtemps déjà que l'essence de térébenthine, ainsi que d'autres hydrogènes carbonés, font perdre au phosphore la propriété

d'être lumineux dans l'obscurité, d'émettre des vapeurs, on peut dire, de brûler à basse température.

» 2° M. Lethetby nous a appris récemment que, dans une fabrique anglaise d'allumettes chimiques, à Straffort, on avait mis les ouvriers à l'abri de la nécrose des maxillaires, produite par les vapeurs de phosphore, en leur faisant porter, attaché à la poitrine, un petit vase ouvert renfermant de l'essence de térébenthine dont les émanations se trouvaient facilement à portée de la bouche et des fosses nasales.

» 3° Enfin, plus récemment, M. le Dr Audant a publié (1) l'observation d'une tentative de suicide au moyen des allumettes chimiques, qui a été entravée par l'essence de térébenthine que le malheureux avait ingérée dans le but de hâter sa mort et de la rendre plus certaine.

» Les expériences dont je vais rapporter les résultats sont au nombre de quinze; elles ont été faites par séries parallèles de trois, sur des chiens de moyenne taille et choisis, autant que possible, de même force. La manière d'opérer était la suivante : le n° 1 de chaque série recevait le phosphore seul; au n° 2, on administrait l'essence une ou deux heures après l'ingestion du phosphore; enfin le n° 3 recevait l'essence aussitôt après la prise du toxique. Cinq chiens ont donc pris le phosphore seul, cinq ont reçu l'antidote une et deux heures après le poison, et cinq ont pris l'antidote aussitôt après le poison. Tous ces animaux étaient à jeun, depuis la veille au soir.

» L'administration du phosphore et de l'essence a été faite à l'aide d'une sonde œsophagienne, introduite dans l'estomac par l'ouverture buccale. La dose du phosphore a été portée depuis 0,1 jusqu'à 0,3; une seule fois, il a été donné à l'état de mastic d'allumettes chimiques; pour les autres, il a été dissous dans l'huile d'amandes douces, qui était ensuite émulsionnée à l'aide du jaune d'œuf; la matière toxique était donc dans les conditions les plus favorables à l'absorption et, par conséquent, à l'empoisonnement. L'essence de térébenthine a été employée à la dose de 10 grammes, et émulsionnée au moyen du jaune d'œuf. Ces expériences ont commencé le 13 janvier et ont duré jusqu'au 27 février. Voici les résultats obtenus :

» Les nos 1 de chaque série, c'est-à-dire les chiens soumis à l'action du phosphore seul, sont tous morts.

» Les nos 2, qui ont reçu l'antidote une ou deux heures après l'ingestion du poison, ont éprouvé les mêmes symptômes que les premiers; quelques-uns ont été assez malades, mais un seul a succombé; les quatre autres ont

(1) *Bulletin de Thérapeutique*, septembre 1868, et *Répertoire de Pharmacie*, octobre 1868.

recouvré une santé parfaite et ont été conservés pendant dix et quinze jours après.

» Chez les n^{os} 3, qui ont reçu l'antidote aussitôt après le poison, un seul a succombé; les quatre autres n'ont éprouvé qu'une très-légère indisposition, qui ne s'est guère traduite que par un peu d'inappétence le premier jour, mais sans perdre leur gaieté et leur vivacité ordinaires. Ils ont été conservés depuis dix jours jusqu'à un mois, sans présenter aucune altération dans leur santé.

» Ainsi tous les sujets qui n'ont pas pris l'antidote ont succombé, tandis que ceux qui ont été soumis à l'action de l'essence n'ont fourni que deux morts sur dix, et cependant l'antidote n'avait été administré à cinq d'entre eux qu'une et deux heures après le poison.

» Cet insuccès s'explique du reste assez facilement : il tient certainement aux conditions de l'expérience. En effet, les deux morts proviennent de la même série qui a été mise en expérience, le 22 janvier, par une température rigoureuse : le froid était assez intense pour congeler rapidement l'eau qui était à la disposition des animaux. Si j'ajoute que, dans cette série, on a employé la plus grande quantité de phosphore, 0,30, sans augmenter la dose de l'antidote, on concevra sans peine que l'action déprimante du phosphore sur les animaux, s'ajoutant à l'intensité du froid, ait pu avoir des suites fatales.

» Comment l'essence de térébenthine peut-elle combattre et annihiler l'action toxique du phosphore? Elle n'agit certainement pas à la manière des antidotes ordinaires, qui ont en général pour effet de former avec le toxique des combinaisons insolubles ou inactives.

» Voici l'explication qui me paraît devoir être donnée : le phosphore tue en empêchant l'hématose du sang qu'il prive de son oxygène (1), rapidement si l'absorption du sang est rapide, lentement si elle est lente. Dans le premier cas, la mort est assez prompte : c'est une véritable asphyxie; dans le second, elle est plus lente, et cause cette dégénérescence graisseuse qui est le résultat du défaut d'hématose et qui fait succomber les individus. L'essence de térébenthine absorbée semble donc empêcher le phosphore de brûler dans le sang, de la même manière qu'elle empêche sa combustion à basse température dans l'air; elle lui enlève la propriété de priver le sang

(1) Le sang devient noir, et j'ai été assez heureux pour y constater la présence du phosphore par le procédé de Mitscherlich.

de l'oxygène qui lui est indispensable; il peut alors être éliminé sans avoir causé de désordre dans l'économie (1). »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Note sur la présence des glucoses dans les sucres bruts et raffinés de betteraves; par* **M. DUBRUNFAUT.**

« Les méthodes de dosage des glucoses qui ont été prescrites pour la recherche de ces sucres dans les mélanges sont inexactes. En les rectifiant et en les appliquant à l'examen des sucres bruts ou raffinés du commerce, nous sommes arrivé à ce résultat imprévu et inattendu : c'est que la majeure partie des sucres bruts ou raffinés de betteraves, quelle que soit leur provenance, contiennent des proportions notables de glucoses ou autres impuretés analogues perceptibles et dosables à l'aide du réactif cuprique de Frommer, dont l'emploi a été régularisé par M. Barreswil. La proportion de glucoses accusée par ces réactions pour les sucres qui les manifestent oscille approximativement entre 2 et 12 millièmes, ce qui est une proportion considérable pour des sucres blancs en grains ou des raffinés qu'on aurait pu considérer *à priori* comme des produits purs.

» D'anciens sucres raffinés conservés depuis quinze à vingt ans dans notre laboratoire ont offert la même impureté; mais ces sucres avaient subi, sous l'influence du temps, une altération évidente. Un seul produit raffiné a fait exception à cette règle : c'est un sucre de mélasses, extrait en 1850 par M. Grar de Valenciennes à l'aide de la baryte. Il n'a offert que des traces de la réaction glucosique, ce qui constitue un nouveau témoignage en faveur de la pureté des sucres issus du travail barytique.

» Presque tous les sucres bruts ou raffinés qui accusent la présence des glucoses par le réactif cuprique donnent des dissolutions qui sont ou neutres ou acides, mais le plus souvent elles sont acides, ce qui prouve que ces sucres ne proviennent pas des procédés de fabrication connus sous le nom de *travail alcalin*. Cependant nous devons dire que la réaction cuprique est parfois très-énergique dans des solutions de sucre qui sont faiblement alcalines.

» Si l'on considère que le sucre incristallisable n'existait pas il y a vingt ans dans les sucres bruts de betteraves, et que l'apparition de cette impureté dans ces produits coïncide avec l'emploi de l'acide carbonique sous diverses formes, on admettra que les procédés qui, à l'aide de cet agent,

---

(1) La présence du phosphore a été constatée dans l'urine par M. Carles, que je dois remercier ici du concours qu'il m'apporte dans ces expériences.

permettent de faire des sucres moins colorés et de saveur moins âcre, ne sont pas étrangers aux altérations que nous venons de signaler. On reconnaîtra en outre qu'on a peut-être généralisé trop légèrement ces procédés avant de les avoir bien étudiés dans leurs principes et dans leurs produits. »

PHYSIOLOGIE. — *Recherches sur les effets des sections et des résections nerveuses, relativement à l'état de la sensibilité dans les téguments et le bout périphérique des nerfs.* Deuxième Note de **MM. Arloing** et **L. Tripier**, présentée par M. Claude Bernard.

» On croit aujourd'hui que le bout périphérique d'un nerf rachidien sectionné est insensible; nos expériences prouvent que, dans certaines conditions, le bout périphérique des nerfs de la main et du pied est doué de sensibilité. Reste à faire connaître la valeur physiologique de cette sensibilité.

» Il est évident que ce n'est pas de la sensibilité directe, car nous avons pris toutes les précautions désirables pour que les irritations ne fussent pas transmises *directement* du point irrité aux centres nerveux.

» Faut-il voir là un phénomène de sensibilité récurrente? Pour résoudre cette question, nous avons institué l'expérience suivante : Sur la face dorsale de la patte d'un chien adulte, dans le deuxième espace interosseux, on résèque 2 centimètres environ de la branche moyenne du radial. La sensibilité ne disparaît pas sur les faces correspondantes des doigts médius et annulaire. — Vingt-cinq jours après cette résection, on ouvre la plaie : les deux bouts du nerf sont réunis par un cordon fibreux, blanc, que l'on sectionne sans produire de douleur. En se reportant près de l'extrémité inférieure de la plaie, on trouve le bout périphérique qui est manifestement sensible. — On en résèque une portion et l'examen microscopique montre qu'elle contient un certain nombre de tubes nerveux intacts. — Vingt et un jours après, on sacrifie l'animal; le bout périphérique de cette même branche est placé successivement dans l'alcool et l'acide chromique, ce qui permet de faire des coupes perpendiculaires, sur lesquelles on voit encore plusieurs tubes intacts, disséminés çà et là au milieu de tubes dégénérés.

» Ce résultat à la fois anatomique et physiologique prouve bien que la sensibilité du bout périphérique tient à l'irritation de fibres provenant des nerfs voisins encore en communication avec les centres nerveux (centres trophiques et perceptifs).

» Le bout périphérique du médian et du cubital, examinés dans les mêmes conditions, nous a permis de constater également l'existence de fibres intactes. D'où nous pouvons conclure que la théorie de la sensibilité récurrente s'applique bien à nos faits de persistance de la sensibilité dans le bout périphérique des nerfs.

» A quelle hauteur les fibres récurrentes se réfléchissent-elles? Si quelques-unes opèrent leur retour le long de la partie moyenne des troncs nerveux, elles doivent être bien peu nombreuses, car nous avons sectionné le radial en bas et en haut de l'avant-bras, et l'irritation du bout supérieur du segment ainsi limité n'a pas produit de douleur. Supposant alors que ce retour devait s'opérer surtout à la périphérie, nous avons reporté nos expériences au niveau des doigts : un collatéral étant isolé, à son origine et à sa terminaison des autres nerfs du doigt, on a trouvé son bout supérieur sensible; ce qui démontre qu'il était en communication avec les nerfs voisins par des fibres récurrentes, à des hauteurs diverses au-dessus du bourrelet. Il en a été de même, dans une seconde expérience, où un collatéral ne communiquait avec les autres nerfs que par le bourrelet. Du reste, ce retour par la périphérie est encore mis directement en évidence par cet autre fait : la sensibilité du bout périphérique des nerfs collatéraux d'un doigt persiste tant qu'un de ces nerfs reste intact, et disparaît instantanément après la section de ce dernier.

» Il nous a été impossible de délimiter la partie de la peau qui serait, au point de vue fonctionnel, exclusivement sous la dépendance de tel ou tel nerf; ce qui est en désaccord avec les opinions professées, jusqu'à ce jour, sur l'indépendance d'action des fibres nerveuses. Dans l'hypothèse de cette indépendance, la section d'un seul nerf collatéral devrait paralyser le quart de la peau du doigt; la section de deux nerfs collatéraux devrait en paralyser la moitié, etc. Or, voici ce que nous avons observé : la section d'un nerf collatéral ne produit aucun changement; la section de deux collatéraux modifie à peine la sensibilité; la section de trois collatéraux amène une atténuation un peu plus marquée de la sensibilité; enfin la section des quatre nerfs entraîne la paralysie absolue des téguments du doigt.

» On ne peut nous objecter qu'après la section de deux ou de trois nerfs collatéraux, la sensibilité est entretenue par des filets anastomotiques directs rejoignant les nerfs au-dessous des sections, puisque la destruction du dernier collatéral l'abolit complétement.

» Nous devons dire, toutefois, qu'après la section de certains nerfs, il

nous est arrivé de ne pas trouver immédiatement de la sensibilité dans les téguments correspondants. Néanmoins, la sensibilité n'avait pas été anéantie, car elle revenait au bout d'un temps variable avec les sujets, toujours trop court pour qu'il fût permis de croire à une régénération.

» A la rigueur, un seul nerf collatéral suffit donc pour donner la sensibilité à tous les téguments d'un doigt; cette sensibilité étant d'autant plus vive qu'on se rapproche davantage du collatéral intact. Ce fait établi, si l'on se reporte à la distribution des nerfs dans la main du chien, on comprendra parfaitement pourquoi la sensibilité ne se modifie pas, ou s'atténue d'une façon variable, ou même disparaît dans tel ou tel doigt, suivant que les sections isolées ou combinées des troncs nerveux privent tel ou tel doigt d'un, de deux, de trois ou de ses quatre nerfs collatéraux. Chez le chien, aucun doigt ne reçoit ses quatre nerfs du même tronc nerveux; aussi la section isolée du médian, du radial et du cubital n'en paralyse-t-elle aucun. Si la section combinée du radial et du cubital paralyse le petit doigt, c'est parce que ce dernier se trouve privé de tous ses nerfs collatéraux. Enfin, si la section du médian et du cubital, ou celle du médian et du radial n'occasionne la paralysie d'aucun doigt, c'est qu'il reste toujours dans chaque doigt au moins un ou deux nerfs collatéraux, fournis dans le premier cas par le radial, dans le second cas par le cubital.

» Cette persistance de la sensibilité dans les téguments d'un doigt, dont trois nerfs collatéraux sont coupés, fait donc supposer qu'au voisinage de la peau ou dans son épaisseur, les fibres nerveuses (sensibles) se ramifient, s'entre-croisent, s'anastomosent, forment un réseau qui met en relation les différents nerfs qui s'y rendent. Un grand nombre de ces fibres restent dans le réseau, tandis que d'autres deviennent récurrentes. Quant à ces fibres récurrentes, nous pensons qu'elles remontent plus ou moins haut dans les branches ou les troncs nerveux de la patte, ce qui permettrait de comprendre pourquoi le bout périphérique des troncs est insensible au-dessus du coude, et pourquoi le bout périphérique d'une branche du radial et du cubital n'est sensible que lorsque le tronc de ces nerfs est intact. De plus, cette hypothèse concorderait parfaitement avec les résultats de nos examens histologiques; en effet, après dix sections faites au-dessus du coude, nous avons trouvé peu de fibres dégénérées dans le bout supérieur, comparativement au nombre des fibres saines qui persistaient encore au niveau de la partie moyenne de l'avant-bras.

» En généralisant ces résultats, nous arrivons aux conclusions suivantes :

» 1° Les fibres nerveuses (sensibles) ne sont pas fonctionnellement tout à fait indépendantes, ainsi qu'on l'a cru jusqu'à ce jour;

» 2° La dépendance réciproque des nerfs sensitifs d'une région tient à ce que, après la section de l'un d'eux, le bout périphérique possède la sensibilité récurrente, comme la racine antérieure des nerfs rachidiens;

» 3° L'existence d'un réseau nerveux cutané se trouve démontrée physiologiquement par les conditions dans lesquelles se révèle cette sensibilité récurrente.

» 5° D'après cela, on doit modifier la thérapeutique de quelques affections nerveuses, comme nous l'avons fait pressentir dans notre première Note, et comme nous nous proposons de l'exposer prochainement. »

GÉOLOGIE. — *Récit d'une exploration géologique de la vallée de la Sègre (Catalogne)*. Note de **M. A. Leymerie**, présentée par M. de Verneuil. (Extrait par l'auteur.)

« La vallée de la Sègre prend naissance au pied d'un cirque en grande partie granitique, couronné par le col de la Perche et le plateau de Mont-Louis. Elle commence par un bassin allongé (la Cerdagne), dirigé du nord-est au sud-ouest, ayant environ cinq lieues de longueur, et offrant cette singularité remarquable d'être la partie la plus fertile, la plus peuplée et la plus civilisée, malgré son altitude de 1140 mètres. On sait que dans les vallées, en général, ces avantages appartiennent aux régions inférieures.

» La vallée proprement dite qui succède à ce bassin consiste au contraire en une gorge aride et sauvage, longue de 20 lieues jusqu'à Oliana où elle sort des hautes montagnes, interrompue çà et là par quelques évasements, dont un seul, où est située Urgel, mérite le nom de bassin.

» Il y a trois sections principales à distinguer dans la vallée de la Sègre, considérée comme vallée de montagne, savoir : le bassin de Cerdagne, dont le chef-lieu est Puycerda, une section oblique (direction sud-ouest) de la vallée proprement dite, comprise entre Isobol et Urgel, et une section inférieure ou méridienne qui se termine à Oliana.

» Ces divisions géographiques correspondent à des coupures géognostiques. Ainsi, la partie oblique de la vallée, y compris la Cerdagne, est entièrement composée de terrains paléozoïques, tandis que la section méridienne n'offre que des étages secondaires.

» Le bassin de la Cerdagne est évidemment le fond d'un ancien lac qui a laissé, en s'écoulant, un dépôt que j'ai particulièrement étudié. On voit

encore ce dépôt affleurer tout autour, sous forme d'un bourrelet rutilant, et des circonstances favorables permettent même de reconnaître, à sa base, des couches argilo-sableuses d'une teinte beaucoup plus claire, où l'on a trouvé en plusieurs points du lignite qui, à Sanavastre, est l'objet d'une exploitation assez importante.

» Les roches qui forment l'enceinte de cette plaine sont des schistes argileux assez brillants et même mâclifères au voisinage du granite, et d'un gris cendré, un peu terreux, dans la plus grande partie de l'enceinte. Ce système schisteux, sans fossiles, et absolument dépourvu de calcaire, s'incline au nord comme s'il allait buter contre le granite du massif de Mont-Louis. Nous le rapportons à l'étage silurien (1).

» La première section de la vallée proprement dite se distingue du terrain précédent par la présence du calcaire. On y rencontre fréquemment des schistes et des calschistes vivement colorés, plongeant en masse par renversement, sous les schistes du bassin. Je crois donc qu'ici c'est l'étage devonien qui domine.

» Nous signalerons dans cette section deux particularités. D'abord l'intercalation du granite, qui, au sud du Martinet, traverse ce système deux fois ou en deux masses peu distantes, dont l'une semble avoir déterminé la sortie d'une source thermale sulfureuse à Saint-Vincent. La seconde particularité consiste dans la présence, non loin et en amont d'Urgel, d'une assise de calcaire noirâtre ou bleuâtre à orthocères, qui offre tous les caractères de l'étage supérieur du système silurien, bien qu'elle soit évidemment superposée à un massif de schiste devonien, et qu'elle soit précédée en amont par d'autres assises également devoniennes.

» La grande formation paléozoïque, dont il vient d'être question, qui, jusqu'à Urgel, affectait en masse une inclinaison septentrionale, prend, un peu plus bas, une allure inverse, et se termine enfin par un placage de terrain houiller, signalé pour la première fois par M. Noblemaire, et qui n'est que la dernière trace d'une bande qui, à *Saint-Juan-de-las-Abedesas*, beaucoup plus à l'est, est assez riche pour être régulièrement exploitée.

» Nous avons dit que la vallée prenait, au delà d'Urgel, une direction méridienne. C'est après le village du Pla que ce changement a lieu, et là aussi commence la section secondaire qui se compose de deux séries en quelque sorte complémentaires, l'une *normale*, l'autre *renversée*.

---

(1) C'est dans ce granite, tout près de la limite des schistes, que sourdent les eaux thermales sulfureuses des *Escaldas*.

» La première, la série normale, dont la stratification se conforme à la déclivité du versant espagnol, offre d'abord le trias représenté par des poudingues et des argilolites rouges sous-jacents à une assise gypsifère de couleur jaunâtre, le tout plongeant régulièrement au sud sous des calcaires et dolomies qui représentent le lias, particulièrement les étages *cymbien* et *toarcien* accusés par des fossiles caractéristiques, les mêmes qui existent, dans une position analogue, dans l'Ariége.

» Vient ensuite un immense massif calcaire, dépendant de la montagne de Cadix, où nous n'avons trouvé que de rares fossiles, notamment la *Terebratula Sella*. Des coupures verticales d'une hauteur effrayante, laissant entre elles un espace à peine suffisant pour le passage de la Sègre, y constituent les gorges d'*Organya*, qui dépassent beaucoup en hardiesse et par leur aspect sauvage celles de *Pierrelis* et de *Saint-Georges* qui leur correspondent dans la vallée de l'Aude. Le bassin de *Quillan*, intercalé dans le calcaire à dicérates dans cette vallée française vers la limite de l'étage, trouve ici son analogue dans le bassin d'*Organya*, qui est absolument dans la même position, et dont les couches marneuses renferment également des fossiles aptiens, comme l'*Exogyra aquila*, la *Caprina Verneuilli*, la *Lima Coltaldina*, que M. de Verneuil a recueillis dans leur prolongement.

» Cet énorme étage, superposé au lias et partageant le sens normal de son inclinaison, représente ici le *grès vert pyrénéen*; l'aptien et l'urgonien y alternent comme dans les Pyrénées françaises.

» En débouchant de cette gorge, au lieu de la craie que je devais m'attendre à y trouver, j'ai vu s'étaler devant moi un horizon rutilant, qui me rappelait l'aspect du garumnien lacustre qui joue un si grand rôle dans les Corbières, d'où il s'étend par le Languedoc jusqu'en Provence.

» C'était bien en effet l'étage garumnien, avec cette curieuse circonstance qu'il se montrait là au sein des hautes montagnes, butant contre le grès vert et sans aucune relation avec le calcaire à nummulites, dont nous n'avons pas rencontré la moindre trace dans notre voyage, et que le facies lacustre s'y trouvait réuni au facies marin. En effet, les couches inférieures de cet étage consistaient en des dalles à lignites contenant des cyrènes, avec *Ostrea Verneuilli*, espèce éminemment garumnienne.

» Cet étage d'ailleurs affectait une inclinaison septentrionale contraire à celle du système d'Organya, et, par-dessous, passait, en stratification parfaitement concordante, un calcaire à rhynconelles, contenant l'*Ostrea larva*. Sous cet horizon fossilifère, ces calcaires dépourvus de fossiles prennent un immense développement, et c'est à travers leurs couches que s'ouvre

une nouvelle et longue gorge qui nous a offert, lorsque nous étions prés d'en sortir, un banc d'hippurites turoniennes qui passait sous le précédent massif (sénonien). Ce banc lui-méme se trouvait presque directement superposé à des calcaires noirs dolomitiques, et à une assise marneuse contenant la *Gryphea sublobata*, la *Rhync. cynocephala* et d'autres espèces du lias supérieur, les mêmes que nous avions trouvées dans la série normale.

» Ce système renversé se termine par un grand étage commençant par des schistes, argiles et calcaires gypsifères, et par une masse considérable de conglomérats et de grès, le tout plongeant franchement sous le lias. Ce ne pouvait être que le trias.

» Après avoir traversé ce dernier élément de la série renversée dans une dernière gorge aride et sauvage comme les précédentes, on entre dans le bassin d'Oliana, et l'on sort décidément des hautes montagnes, car on n'a plus devant soi, au sud, qu'une région mamelonnée. C'est là que se montre et se développe le terrain tertiaire éocène, composé de grès, d'argiles bariolées et de poudingues, qui nous ont rappelé le grès de Carcassonne. Ce nouveau système, très-distinct de celui que nous venons de quitter, par ses formes, par sa composition, etc., en diffère encore par l'inclinaison qui porte les couches vers le sud, en sens contraire de la série renversée. Cette inclinaison est souvent assez faible et même presque nulle en certains points, et permet ainsi au terrain dont il s'agit de s'étaler au loin jusqu'aux plaines de l'Èbre, dont le sol fondamental est un dépôt lacustre de l'époque miocène.

» *Nota.* — Tous les faits que je viens de résumer se trouvent figurés dans une coupe générale de la vallée de la Sègre, et dans quelques diagrammes particuliers qui accompagnent mon Mémoire. »

PALÉONTOLOGIE. — *Essai d'une classification des cavernes et des stations sous abri, fondée sur les produits de l'industrie humaine; par* **M. C. de Mortillet.**

« Le nombre des cavernes et des stations sous abri ayant fourni des restes de l'industrie humaine augmente tous les jours. On en connaît maintenant une centaine, parfaitement constatées, rien que pour ce qui concerne la période de la pierre simplement taillée par éclat.

» Les personnes qui se sont adonnées à l'étude des cavernes reconnaissent qu'elles ne sont pas toutes du même âge, mais on n'a pu encore

en dresser le tableau chronologique; cela tient à ce que l'on a uniquement cherché les bases d'une classification dans les données paléontologiques. Pendant la période quaternaire, qui est celle de la pierre taillée par éclat, la forme a pu varier, ce qui fait qu'elle ne fournit pas de données assez tranchées pour faire des coupes bien claires et bien nettes. Il n'en est point de même des produits de l'industrie. Ces produits se sont profondément modifiés, à plusieurs reprises et d'une manière générale : c'est donc sur eux que j'ai essayé de fonder une classification chronologique et méthodique des cavernes et stations sous abri.

» Ce qui frappe d'abord, c'est la grande prépondérance des instruments en silex dans les stations possédant la forme la plus ancienne, et, au contraire, l'abondance des instruments en os dans les stations les plus récentes. De là, deux grandes divisions qui peuvent encore se subdiviser chacune en deux. D'après le procédé employé en géologie, je donne à ces subdivisions le nom de la localité la plus connue et la plus typique.

» 1° *Époque du Moustiers*, caractérisée par la hache taillée en amande ou *langue de chat*, comme disent les ouvriers de la Somme, et par des pointes en silex à face lisse d'un côté, finement entaillée de l'autre. Les instruments en os font presque défaut.

» La grotte du Moustiers est située dans la commune de Peyzac (Dordogne). Se rapportent à la même époque : la grotte de Pey-de-l'Azé, commune de la Caneda (Dordogne); celles de la Martinière, commune de Charroux, et de l'Ermitage, commune de Lussac-les-Châteaux (Vienne); la station de Chez-Pouré, commune de Brive (Corrèze). Les alluvions quaternaires de la vallée de la Somme et celles de la vallée de la Seine se rapportent aussi à cette époque, ainsi que le remarquable gisement de Cœnove (Aisne). Dans les grottes citées, on a trouvé toute la faune quaternaire, et dans les alluvions quaternaires les deux types caractéristiques du Moustiers.

2° *Époque de Solutré*. Les haches en amande ont disparu. Les pointes de silex, par contre, se sont grandement perfectionnées; elles sont finement entaillées sur les deux faces et aux deux extrémités. Ce sont elles qui caractérisent l'industrie de cette époque. L'arme est un casse-tête anguleux qui se retrouve à l'époque suivante. Les simples lames sont rares, ainsi que les instruments en os.

» Solutré est une station au pied d'un magnifique escarpement, dans Saône-et-Loire. C'est à cette époque qu'appartiennent les gisements de Laugerie-Haute, commune de Tayac (Dordogne), et de Pont-à-Lesse (Belgique).

» 3° *Époque d'Aurignac*. Le nombre des instruments en os s'accroît considérablement. Le casse-tête anguleux existe toujours, mais les pointes de traits et de lance, au lieu d'être en silex, sont en os ou bois de renne; leur caractère essentiel est d'être fendues à la base, de manière que c'est la hampe taillée en biseau qui entre dans la pointe. La faune quaternaire est encore largement représentée.

» La localité classique est la sépulture d'Aurignac (Haute-Garonne). On peut citer aussi : Gorge-d'Enfer et le Cro-Magnon, commune de Tayac (Dordogne); Châtel-Perron (Allier); la grotte de la Chaise, commune de Vouthon (Charente).

» 4° *Epoque de la Madeleine*, commune de Turzac (Dordogne), caractérisée par ses pointes de traits ou de lance en os et bois de renne, extrémité inférieure en pointe ou en biseau, entrant dans la hampe. Nombreux produits artistiques : gravures et sculptures d'animaux. Disparition d'animaux d'espèces éteintes, grand développement des animaux d'espèces actuellement émigrées dans les régions froides, surtout du renne.

» C'est à cette époque qu'appartienneut les fameux gisements des Eyzies et de Laugerie-Basse, commune de Tayac (Dordogne); de Bruniquel (Tarn-et-Garonne); de Massat (Ariége); du Salève, commune de Bossay (Haute-Saône); de Furfooz (Belgique); de Schussenried (Wurtemberg); etc.

» Vient ensuite la période de la pierre polie. »

M. DE CIGALLA adresse de Santorin quelques détails relatifs au volcan des îles Cammènes, qui commence sa troisième année d'existence: le volcan émet toujours des flammes; il continue à lancer, avec détonations, des cendres, des pierres incandescentes : il émet une énorme quantité de vapeur aqueuse et de gaz sulfhydrique et chlorhydrique. Les variations de niveau du terrain continuent également à se produire : les huit îlots formés entre *Aphroessa* et *Palœa-Cammène* se sont réduits à trois, les autres ne formant plus que des récifs.

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en comité secret.

La séance est levée à 6 heures un quart. É. D. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 1er mars 1869, les ouvrages dont les titres suivent :

Analyse infinitésimale des courbes tracées sur une surface quelconque; par M. l'abbé AOUST. Paris, 1869; in-8°.

Revue de géologie pour les années 1866 *et* 1867; *par* MM. DELESSE *et* DE LAPPARENT, VI. Paris, 1869; in-8°.

Société de géographie. Liste des Membres au 31 *décembre* 1868. Paris, 1869; br. in-8°.

Quarante-septième anniversaire de la fondation de la Société de géographie. Paris, 1869; br. in-8°.

Densité, salure, et courants de l'océan Atlantique; par M. B. SAVY. Paris, 1869; in-8°. (Extrait des *Annales hydrographiques*, 1868.)

Traité de la lithothlibie, nouvelle méthode d'écrasement des calculs vésicaux; par M. J.-J. DENAMIEL. Paris, 1868; in-8°. (Adressé par l'auteur au concours des prix de Médecine et Chirurgie, 1869.)

Sur l'emploi des combustibles inférieurs dans la métallurgie du fer, et spécialement sur le four à sciure de bois de M. F. Lündin; par M. VICAIRE. Saint-Étienne, 1868; in-8°.

Des plaies d'armes à feu par le fusil Chassepot; par M. SONRIER. Paris, sans date; opuscule in-8°. (Présenté par M. le Baron Larrey.)

Société impériale d'Agriculture, Histoire naturelle naturelle et Arts utiles de Lyon. — Comptes rendus des séances, 4e série, t. Ier, n° 7. Lyon et Paris, 1869; br. in-8°.

Bulletin de la Société industrielle de Reims, t. VI, n° 29, novembre et décembre 1868. Reims et Paris, 1868; in-8°.

Report... *Rapports annuels des Commissaires des patentes pour les années* 1865 *et* 1866. Washington, 1867; 6 vol. in-8° reliés.

(*La suite du* Bulletin *au prochain numéro.*)

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 8 MARS 1869.

PRÉSIDENCE DE M. CLAUDE BERNARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ANATOMIE GÉNÉRALE. — *Note accompagnant la présentation d'un ouvrage intitulé :* Anatomie et physiologie comparées des tissus et des sécrétions (1); *par* **M. Ch. Robin.**

« L'ouvrage que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie contient la suite du travail dont je lui ai fait hommage l'an dernier, et qui était relatif à la structure et aux autres caractères des parties constituantes élémentaires des êtres organisés. Le sujet de celui-ci est l'étude des divers modes d'arrangement réciproque ou *texture* offerts par ces éléments anatomiques dans les parties complexes ou tissus que forment plusieurs de leurs espèces, en s'associant dans un ordre défini. Comme dans la description des éléments anatomiques, l'examen des caractères propres aux tissus et aux humeurs, et celui de leurs propriétés, a été ici étendu à ce qu'ils offrent de commun dans l'ensemble des animaux. Si l'on excepte les tentatives remarquables de de Blainville et de Heusinger, ce genre de recherches avait presque toujours été borné à l'étude des tissus de l'homme, malgré

(1) Paris, 1869, in-8°.

l'intérêt scientifique que présente leur comparaison dans les diverses classes du règne animal.

» Cette comparaison n'a pas été établie uniquement entre ces parties envisagées à l'état normal et aux principales périodes de leur évolution; mais elle a été poursuivie jusqu'à l'examen des diverses manières, d'après lesquelles les tissus morbides dérivent des tissus normaux, et ce travail se termine par la comparaison des premiers aux seconds.

» Il est nécessaire d'ajouter ici quelques mots sur les principes qui m'ont guidé dans cette comparaison. On sait qu'il n'est aucune investigation scientifique, de quelque ordre qu'elle soit, qui se borne à l'observation pure, toute observation entraînant au moins les rudiments d'une comparaison entre les diverses faces d'un objet ou les phases successives d'un phénomène, et cela sans parler des cas si nombreux dans lesquels doit intervenir l'expérimentation. Mais on sait de plus que c'est dans les investigations biologiques que l'emploi de la comparaison acquiert son plus haut degré de développement. Ici les comparaisons doivent être poursuivies méthodiquement sous divers aspects, tant au point de vue anatomique et biotaxique, que sous le rapport physiologique. On peut les rapporter à cinq chefs principaux, susceptibles d'être classés dans l'ordre de leur enchaînement naturel et de leur valeur scientifique croissante.

» En premier lieu, tout être, toute partie simple ou composée, tout phénomène organiques doivent être comparés avec eux-mêmes de tel moment de leur existence à tel autre l'ayant précédé ou à quelque autre observé consécutivement. Ce motif essentiel de comparaison est celui qui nous donne la notion d'évolution, composée elle-même de diverses phases, qui, dans l'ordre statique, marquent des termes ou âges plus ou moins caractérisés. Cette comparaison d'une partie avec elle-même est la plus élémentaire, la plus simple qu'on puisse concevoir. C'est pourtant celle qui donne le plus sûrement une idée nette du procédé comparatif, celle en l'absence de laquelle aucune des autres n'offre de base solide, celle qui seule leur permet d'acquérir leur étendue et leur fécondité. C'est elle qui, détachée du reste de la biologie avec un certain nombre de données anatomiques et physiologiques, a servi de base à l'institution de l'embryogénie.

» Le cercle des comparaisons biologiques se ferme à l'aide d'un terme complémentaire, nécessaire dans la majorité des cas, lié au fond avec le premier, et qui comprend la comparaison des états accidentels ou morbides et tératologiques des êtres, de leurs parties et de leurs actes, à leurs états normaux, en prenant pour point de départ l'un quelconque ou la totalité

des aspects généraux sous lesquels doit être poursuivie la comparaison biologique.

» Ainsi le cycle des modes de la comparaison est clos par celui qui embrasse les relations établies entre les cas anormaux soit naturels ou tératologiques, soit accidentels ou pathologiques, avec les phénomènes normaux d'une part, et les uns avec les autres d'autre part. Il se lie au premier en ce qu'il nous montre l'excès ou les aberrations dont l'examen des parties et des actes suivant les âges nous a fait voir l'ébauche, la persistance ou l'affaiblissement. Comme il s'agit *dans toute étude* des corps organisés d'objets en voie incessante de changements, ce mode de comparaison tend à mieux nous faire apprécier la nature de l'état moyen ou normal, en nous montrant l'un des extrêmes auquel peut atteindre tout état d'organisation et tout acte correspondant alors que l'autre terme, c'est-à-dire celui de leur début, nous avait été décelé par l'investigation embryogénique suivie de celle des premiers âges.

» Mais il est facile de comprendre que nulle étude des états accidentels n'a de valeur quelconque si elle ne s'appuie sur la comparaison préalable parfaitement établie des modifications régulières successivement présentées pendant la série naturelle des âges. Chaque partie, comme chaque être, parcourt en quelque sorte, pendant la durée de son existence évolutive, une courbe d'abord ascendante, qui, après avoir atteint son summum, devient descendante jusqu'à son autre extrémité que marque la mort. Cette courbe diffère de l'une à l'autre des parties comme de l'un à l'autre des organismes que celles-ci constituent, et la vie comme l'organisation communes ne sont que les résultantes de l'organisation et de la vie de chacune des premières. Or, les anomalies, comme les modifications morbides anatomiques et fonctionnelles, marquant l'excès, la diminution ou l'aberration, représentent en quelque sorte autant de points singuliers de cette courbe, déviations qui correspondent à autant de changements de la constitution et des actes organiques naturels et dont manifestement la nature ne saurait être saisie sans une connaissance exacte des états et des actes normaux dont la série ou la succession représente cette courbe.

» C'est ainsi que la science passe rationnellement de la considération de l'état normal, indispensable d'abord à la pathologie humaine, par la pathologie comparative, dont l'étude, plus minutieuse encore que celle de l'état sain, devra conduire à en perfectionner les lois en étendant leur portée primitive. Du reste, la pathologie comparative achève et complète l'ensemble de nos moyens d'exploration biologique, au même titre que l'examen patholo-

gique complète sur certaines questions les enseignements de l'expérimentation proprement dite. Souvent, à cet égard, l'extension de l'étude des caractères normaux de bien des tissus, jusqu'à l'observation de leurs états morbides, est indispensable. Il ne saurait en être autrement, dès l'instant où il s'agit de juger les dispositions et les mouvements d'une substance en voie incessante de changements, dont, par suite, l'état intermédiaire ou normal ne saurait être bien déterminé qu'après l'examen des états extrêmes, tant originel que d'aberration morbide ou accidentelle.

» Sans appartenir comme partie constituante à la biologie abstraite, la pathologie comparative est, au contraire, au point de vue scientifique et de la prévoyance des phénomènes, l'une des applications concrètes de la biologie, constituant la base rationnelle, indispensable, de l'art médical envisagé dans sa plus complète extension.

» On voit comment l'anatomie et la physiologie pathologiques ne constituent en fait qu'une suite de ces mêmes sciences envisagées non plus au point de vue des lois naturelles, mais sous celui de leurs applications à nos besoins, car la pathologie repose essentiellement sur la comparaison des organes et des actes, non plus essentiellement avec leurs analogues dans une autre espèce animale, mais avec eux-mêmes dans une succession de conditions nouvelles, anormales ou accidentelles. Les dissemblances alors constatées exigent, pour être bien appréciées, la connaissance de ces parties et de ces actes acquise tant par leur observation proprement dite que par leur comparaison avec eux-mêmes, à l'état normal, dans les conditions dites d'âge ou d'évolution, qui ne sont autres que les manières d'être qu'elles traversent successivement. Dans ces deux ordres de cas, en effet, l'un normal et l'autre accidentel, l'élément anatomique, les humeurs, etc., et les actes qu'ils accomplissent, ne se retrouvent jamais absolument semblables à eux-mêmes; car, en raison des phénomènes de rénovation moléculaire incessante, ils changent un peu à chaque instant, soit de forme, soit de volume, soit dans leur structure, etc., et cela aussi bien pendant la durée de leur existence à l'état sain, que pendant celle de leurs modifications morbides.

» La pathologie ou histoire non naturelle considérée dans son ensemble, et par suite toutes les subdivisions, ne sont donc en fait et au point de vue de la méthode, que l'une des formes de l'anatomie et de la physiologie comparatives, celle dans laquelle les parties sont spécialement comparées à leurs homonymes, non plus pendant la durée de leurs manières d'être naturelles, mais au contraire accidentelles.

» Ainsi, loin d'être une science indépendante et autonome, la pathologie dépend de l'étude des êtres envisagés à l'état normal, non-seulement parce que le sujet reste le même, les états qu'il peut offrir étant seuls changés, mais aussi parce qu'elle repose essentiellement sur la comparaison du dérangement à l'arrangement, c'est-à-dire qu'elle s'appuie sur celui des modes d'investigation scientifique que la biologie développe le plus.

» La pathologie se constitue donc par des comparaisons de deux ordres, savoir par celle des parties lésées et de leurs actes aux parties saines et aux actes normaux homonymes, c'est-à-dire aux mêmes parties et aux mêmes actes antérieurement observés à l'état normal ; puis par celle de ces parties modifiées et de leurs actions avec elles-mêmes pendant la durée de ces changements accidentels.

» En ce qui touche la médecine humaine particulièrement, comparaison de l'homme avec lui-même à l'état sain et à l'état morbide et comparaison de l'homme avec les animaux constituent deux ordres de recherches distincts par les êtres ou par les états de ceux-ci sur lesquels portent nos investigations, mais la méthode reste la même dans l'un et l'autre cas.

» C'est ainsi que la pathologie est dite à juste titre cette portion de la biologie concrète qui traite de la comparaison des états morbides aux états sains; et que l'anatomie pathologique en particulier n'est qu'un des modes de l'anatomie comparative, celui dans lequel on compare les états accidentels des parties, tant avec leurs semblables à l'état normal qu'avec elles-mêmes aux diverses phases de leur évolution morbide; et dans cet ordre de choses, ce qui est difficile ce n'est pas l'anatomie et la physiologie pathologique, mais bien l'étude de l'état normal. Je n'ai pas besoin de montrer dans cette Assemblée comment il arrive que vouloir donner une autonomie dogmatique à l'examen des dérangements organiques et fonctionnels en dehors d'une liaison incessamment établie entre ceux-ci et l'état normal conduit à une telle confusion entre les objets les plus disparates et à une nomenclature si pleine d'arbitraire dans la désignation de ces objets, qu'elles justifient tout à fait l'éloignement qu'inspirent des études aussi peu rigoureuses aux savants qui, après s'être inspirés des méthodes que nous donnent la physique, la chimie, etc., cherchent à étendre leurs connaissances jusque-là. Et cependant lorsqu'on voit avec quelle netteté on peut spécifier comment chaque tissu morbide dérive d'un tissu normal, quelles sont les diverses formes d'altérations que ceux-ci peuvent offrir, et qui constituent autant de maladies de chacun d'eux, dont on peut saisir les phases évolutives en se reportant à chaque pas vers les périodes du déve-

loppement normal, on ne peut que s'étonner de voir si souvent repoussées systématiquement les règles qui conduisent à déterminer la nature des produits pathologiques par leur comparaison aux tissus ou aux humeurs sains dont ils proviennent. »

ASTRONOMIE. — *Nouvelles remarques sur les erreurs systématiques des déclinaisons fondamentales; par* **M. Faye.**

« On ne se fait pas généralement en France une juste idée du degré de précision auquel les observations méridiennes peuvent et doivent prétendre : quelques personnes très-compétentes considèrent même la précision d'une seconde d'arc comme un *nec plus ultra* devant lequel il ne reste qu'à s'incliner. Il n'en est pas ainsi : la précision des positions absolues pourrait aller au dixième de seconde s'il ne restait à lever certains obstacles qui ne sont nullement insurmontables. Il s'agit ici d'un progrès sérieux à accomplir.

» C'est l'étude de ces obstacles dont je m'occupais, il y a vingt ans, dans un travail que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie, et que de récentes recherches de M. Bakhuyzen viennent de tirer inopinément de l'oubli. Comme depuis cette époque les observations méridiennes n'ont subi aucune modification essentielle, et comme on se plaint toujours des mêmes erreurs systématiques, il se trouve que mes réflexions de 1850 ont encore un caractère d'actualité. L'Académie voudra-t-elle me permettre de revenir sur ce sujet, non pour une vaine satisfaction personnelle, mais pour tâcher d'être utile à la plus noble branche de l'astronomie d'observation.

» En 1850 je me disais : Nous avons des instruments admirables; les constantes employées dans le calcul des observations sont parfaitement connues, les erreurs personnelles des observateurs sont très-petites et très-faciles à déterminer ou à éliminer; les effets des ondulations ou des petits accidents atmosphériques s'éliminent d'eux-mêmes au bout d'un certain nombre d'observations; on pointe sur chaque étoile, dans les circonstances favorables, à 0",1 près : comment se fait-il donc que les Catalogues fondamentaux les plus estimés présentent des discordances systématiques relativement considérables? où est donc le vice caché de nos observations, de nos calculs? La même question est encore de mise aujourd'hui.

» Voici quelle était ma réponse en 1850. Il y a là deux causes permanentes d'erreurs systématiques :

» 1° L'étude incomplète des flexions;

» 2° L'effet des réfractions anormales dues à l'atmosphère propre de la salle d'observation, et à l'air confiné dans le tube de la lunette.

Flexions.

» Deux systèmes sont usités, celui du retournement combiné avec l'interversion de l'objectif et de l'oculaire (Struve) ou avec les observations par réflexion (Bessel), et celui des instruments non susceptibles de retournement, mais étudiés à l'aide d'observations d'étoiles vues par réflexion sur un horizon de mercure (Airy). Le seul terme de la flexion qu'on sache déterminer directement est celui qui est proportionnel au sinus de la distance zénithale; on cherche à éliminer les autres en bloc, par l'une ou l'autre des combinaisons ci-dessus. Ces moyens me parurent insuffisants.

» Le système que j'ai proposé en 1850 consiste à étudier à part les divisions dans la position horizontale, à représenter l'influence de la gravité sur l'ensemble de l'instrument, qu'il soit ou non susceptible de retournement (ce qui importe peu), par la série :

$$a_1 \sin z + a_2 \sin 2z + a_3 \sin 3z + a_4 \sin 4z + \ldots$$
$$+ b_1 \cos z + b_2 \cos 2z + b_3 \cos 3z + \ldots,$$

et enfin à déterminer les constantes $a_1, a_2, a_3, \ldots, b_1, b_2, b_3, \ldots$, non par des observations célestes, mais par des artifices optiques susceptibles d'une précision illimitée. Ces artifices ont été décrits dans mon Mémoire de 1850 (1).

(1) Mon idée était bien simple : avant de mesurer les angles célestes, assurez-vous sur des angles optiquement bien connus que votre instrument est juste. La mesure des flexions est en effet une question d'optique et non d'astronomie. Je n'ai aujourd'hui qu'une seule modification à indiquer.

Depuis l'époque où j'écrivais, la construction si parfaite des miroirs plans par les procédés de L. Foucault, permet, je crois, de remplacer avantageusement les niveaux extrêmement délicats qui entraient dans mes combinaisons par de simples miroirs en verre argenté. En effet, pour avoir la direction horizontale, c'est-à-dire $z = \pm 90°$, il suffit de placer devant l'objectif de la lunette un miroir à peu près vertical au-dessus d'un bain de mercure, puis de pointer un collimateur sur ces deux surfaces réfléchissantes : on rendra le miroir rigoureusement vertical en faisant coïncider les deux images du réticule obtenues par double réflexion, et on aura $z = 90°$ en pointant la lunette du cercle sur le miroir. Pour $z = \pm 45°$ ou $\pm 135°$, placer le miroir à 45° environ à l'aide de la lunette du cercle méridien, puis rectifier sa position au moyen de deux collimateurs pointés sur ce miroir, l'un vertical, l'autre horizontal. On sait qu'on a $z = 180°$ en pointant la lunette sur un bain de mercure. Eh bien! on aura tout aussi bien $z = 0°$, ce qu'on ne sait pas faire aujourd'hui encore, en pointant la même lunette sur un collimateur zénithal dirigé par le même procédé, c'est-à-dire

» Ce système n'a été adopté par personne. Voyons si l'on a bien fait de le négliger. Dans ces derniers temps, notre savant confrère M. Le Verrier nous a appris avec une légitime satisfaction que le Cercle de Gambey donnait exactement les mêmes résultats pour le nadir, soit par l'observation des fils réfléchis sur un bain de mercure, soit par l'observation des étoiles vues directement et par réflexion. Traduit algébriquement, ce beau résultat reviendrait à dire que la constante b est nulle dans la formule ci-dessus (les autres termes étant négligés). Or M. Le Verrier aurait obtenu la même chose, il y a longtemps, s'il avait bien voulu adapter pendant dix minutes un collimateur zénithal au-dessus du Cercle de Gambey; car, pour $z = 0$ (zénith), les deux premiers termes de la flexion se réduisent à $+ b$, et, pour $z = 180°$ (nadir), à $- b$. Il n'était donc nullement besoin d'observer les étoiles par réflexion pour s'assurer que $2b = 0$. De plus on aurait ainsi un résultat totalement indépendant des erreurs originales de la division et de la constante a, ce qui n'est pas le cas actuellement.

» De même à Oxford, où l'éminent Directeur, M. Main, a trouvé au contraire, par de longues séries d'observation, $1'',42$ de différence entre le nadir observé directement et le nadir conclu des étoiles réfléchies, on aurait trouvé immédiatement cette même constante, avec une certitude bien plus grande, par l'emploi de mon collimateur zénithal.

» Rien de plus simple que la disposition instrumentale : il suffit de mettre une lunette verticalement au-dessus de celle de l'instrument méridien, et d'interposer un instant un bain de mercure pour diriger la première sur le nadir. En pointant ensuite celle du cercle sur la lunette supérieure, brisée si l'on veut, pour plus de commodité, par un prisme objectif, on aura l'équivalent d'une étoile exactement située au zénith.

» Quant aux autres termes, il me suffira de rappeler que ni le retournement, ni l'observation du ciel réfléchi ne parviennent à les éliminer tous. Même en combinant ces deux procédés, il reste les sinus d'ordre pair dont on ne saurait se débarrasser.

» Mais ma grande objection contre les pratiques encore en vigueur, c'est que les observations d'étoiles réfléchies sont entachées de petites réfractions anormales tout à fait inextricables. Elles font en outre dépendre b de a; elles n'ont d'ailleurs en aucune façon la précision supérieure que donneraient les combinaisons purement optiques que j'ai proposées.

---

sur un bain de mercure placé un peu plus haut que le premier. On trouvera d'autres combinaisons dans le Mémoire susdit. (*Comptes rendus*, t. XXI, p. 757 et suiv.)

» Je crois donc être autorisé à dire que l'étude des flexions n'est pas tout à fait aussi complète qu'elle pourrait l'être, et j'ajoute que l'emploi des observations par réflexion introduit un genre d'erreur particulier et fort complexe dont nous allons nous occuper.

Réfractions anormales.

» Commençons par l'air renfermé dans les lunettes elles-mêmes. J'ai été mis sur la voie par une très-curieuse observation de M. Airy à Cambridge. Imaginons une petite différence de température de 0°,1, par exemple, entre la face supérieure et la face inférieure d'une lunette, et admettons que l'air renfermé dans ce tube se dispose régulièrement en couches parallèles à l'axe, de manière que la température y varie régulièrement d'une couche à l'autre.

» Un calcul bien simple montre qu'un rayon de lumière pénétrant dans la lunette parallèlement à ces couches sera réfracté, et que, au lieu de s'y propager en ligne droite, il prendra la forme d'un arc de cercle dont les tangentes extrêmes comprendront un angle de 0″,5 pour une lunette de longueur ordinaire. J'ai montré que ce cas s'est présenté dans toute sa pureté dans les collimateurs horizontaux du cercle méridien d'Ertel, à Poulkowa : leurs directions étaient altérées, de ce fait seul, d'environ 2 secondes (1). Les niveaux, naturellement, n'accusaient rien, et le retournement aurait atténué, mais non supprimé l'effet. Dans les observations ordinaires, l'effet en question se réduit beaucoup, parce que les couches d'air de températures variables ne se disposent pas régulièrement suivant l'axe plus ou moins incliné d'un tube qui change souvent de direction.

» Je crois que mes remarques à ce sujet ont contribué à appeler l'attention des constructeurs de grands télescopes sur l'influence si nuisible de l'air confiné en couches d'inégales densités dans les tubes de ces instruments. C'est du moins ce que me disait M. Foucault.

» Viennent les réfractions dues à l'atmosphère de la salle quand la température diffère de celle de l'air extérieur. C'est ici la question que M. Bakhuyzen a examinée; je ne saurais mieux faire que de lui laisser la parole :

---

(1) Ces collimateurs reposent à poste fixe sur des piliers en maçonnerie dont la température propre réagit sur celle des tubes, et peut produire, dans l'air de ces mêmes tubes, des variations de température plus fortes que celle qui a été supposée quelques lignes plus haut dans le texte.

« Quand on compare les déclinaisons obtenues avec différents instruments ou différentes méthodes, on y trouve très-souvent des différences trop fortes pour pouvoir être attribuées à des erreurs accidentelles d'observation et dont la source a été cherchée en vain dans la flexion de la lunette.

» Ces discordances se manifestent de la manière la plus claire dans les observations directes de Greenwich comparées aux observations faites par réflexion sur un bain de mercure. Airy a publié à ce sujet, dans le XXXII[e] volume des *Memoirs of the R. Astr. Society*, un très-intéressant travail.

» Faye, qui avait étudié de près cette question dans le XXI[e] volume des *Comptes rendus*, p. 401, 635 et 757, attribue ces discordances aux réfractions qui se produisent dans la salle et dans le tube même des lunettes; ses calculs montrent que ces causes rendent compte effectivement de ces discordances jusqu'alors inexpliquées. Airy a adopté lui-même cette opinion.

» Il ne m'a pas paru inutile de revenir sur les recherches de Faye et de soumettre de nouveau la justesse de sa théorie à l'épreuve des faits, d'autant plus que, depuis 1850, date du Mémoire de Faye, Greenwich a publié de nombreuses séries d'observations faites avec le nouveau cercle méridien, séries où l'on peut trouver d'amples matériaux pour cette recherche.

» Toutefois, dans cette vérification de la théorie par les observations, j'ai adopté une marche toute différente de celle de Faye... »

» La marche adoptée par M. Bakhuyzen a été indiquée sommairement dans ma Note de lundi dernier; quant aux résultats de ses recherches, en voici le résumé :

» 1° La réfraction des rayons lumineux dans la salle d'observation a une influence très-marquée sur l'observation des distances zénithales;

» 2° Cette réfraction est en rapport direct avec les différences de température des dernières couches de l'air extérieur et de l'air voisin de l'oculaire, couches séparées par une surface réfringente dont la figure dépend de la forme de la salle et de la grandeur et de l'ouverture des fenêtres ou des trappes;

» 3° La grandeur de cette réfraction et la forme de cette surface de séparation des deux milieux peut être déterminée par les distances zénithales d'une étoile observée dans deux cas : d'abord quand l'excès de la température extérieure sur la température intérieure est positif, puis quand cet excès est négatif;

» 4° Ce genre de réfraction est la cause des discordances qui existent à Greenwich entre les observations directes et les observations par réflexion;

» 5° Pour éviter, dans les déclinaisons ou les latitudes, des erreurs capables de s'élever à $0'',5$, il faut, ou supprimer cette cause d'erreur dans la salle même, ou la déterminer par le calcul. Cette cause d'erreur influe surtout sur les constantes des phénomènes à période annuelle, telles que les déclinaisons du Soleil, l'aberration, la parallaxe, etc. (1). »

» On peut voir, dans le *Compte rendu* de la dernière séance, le tableau

(1) *Astronomiche Narchrichten*, n[os] 1720, 1721.

de la comparaison des distances polaires de α Petite Ourse, qui montrent si nettement l'influence de cet excès de température; mais, en examinant le tableau dressé par M. Backhuyzen, j'ai rencontré une coïncidence très-remarquable qui m'a paru devoir apporter dans cette question délicate une simplification pratique tout à fait inattendue, simplification qui manquait à mon travail de 1850. Pour faire disparaître entièrement toute discordance systématique entre ces belles mesures, il suffit en effet, comme on l'a vu dans le dernier *Compte rendu*, de substituer le thermomètre intérieur au thermomètre extérieur pour le calcul de la réfraction ordinaire.

» Au lieu de considérer une limite idéale entre l'air extérieur et l'atmosphère de l'instrument, et d'en déterminer la forme éminemment variable, il suffit donc de mesurer directement la température de la dernière couche d'air que le rayon lumineux a traversée, et pour cela de suspendre dans le courant d'air intérieur de la salle un ou deux thermomètres ordinaires de chaque côté du zénith (1). Les observations astronomiques sont aujourd'hui assez précises pour qu'on puisse renverser le problème de la réfraction; celles de Greenwich donnent très-bien la température qui leur est applicable, et il se trouve que c'est celle de la dernière couche que la lumière a traversée. Il suffira donc de quelques essais effectués dans des circonstances extrêmes pour s'assurer de la place où les thermomètres devront être disposés : ces thermomètres serviront ensuite pour le calcul ordinaire de la réfraction.

» Il est bien évident que l'exactitude sera d'autant plus grande que la différence des températures sera plus petite; mais il est une région sur laquelle on ne parviendra jamais à opérer avec une pleine sécurité, c'est celle des couches d'air qui reposent sur le sol même de la salle. Il serait donc prudent de renoncer aux observations par réflexion, à moins d'employer une lunette à prisme objectif tournant autour de son axe; cette combinaison amènerait tous les rayons stellaires directs ou réfléchis à aboutir presque au même point, là où serait placé le thermomètre lui-même. Malheureusement ce dispositif donnerait lieu à de sérieuses difficultés d'un autre genre.

» Je me résume en conseillant :

» 1° L'étude des divisions du cercle dans la position horizontale;

» 2° L'étude complète de la flexion par des procédés optiques indépendants des observations ordinaires;

(1) En les soustrayant autant que possible aux radiations parasites.

» 3° Le calcul de la réfraction par des thermomètres intérieurs convenablement placés (1);

» 4° L'abandon des observations d'étoiles par réflexion sur un bain de mercure.

» Le résultat sera, si je ne me trompe, de faire disparaître les erreurs systématiques de nos Catalogues d'étoiles fondamentales, quel que soit l'observatoire où leurs positions aient été déterminées.

» Restera-t-il pourtant, dans quelques cas particuliers, des traces de ces influences purement locales dont plusieurs de nos confrères se sont préoccupés dernièrement? Si le sol présentait quelques dénivellations, si des bâtiments voisins modifiaient la température de l'air à quelque distance, les réfractions astronomiques en seraient-elles altérées? L'étude de trajectoires lumineuses, conduites plus ou moins près du sol dans la direction méridienne entre des points d'altitude connue, donnerait la réponse à la première question; en observant des étoiles zénithales à diverses distances des bâtiments dont l'influence est soupçonnée, on résoudrait la seconde. J'avoue que ces petites causes me semblent avoir le plus ordinairement une sphère d'action très-limitée. Il en serait autrement peut-être du voisinage de la mer ou de hautes chaînes de montagnes, et l'on pourra utilement consulter, pour le premier cas, un travail de M. Stone sur les observations faites en Australie, comparées avec celles de Greenwich. »

« **M. Le Verrier** exprime la satisfaction que lui a fait éprouver la Note insérée par M. Faye au *Compte rendu* de la dernière séance et les développements dans lesquels il est entré aujourd'hui.

» Voilà donc supprimée encore une de ces objections fondées sur des causes *occultes* et qu'on accumule à plaisir autour de l'Observatoire dans le but avoué de le détruire. Mais on n'établit rien, on ne prouve rien, même par à peu près; on s'en tient à des assertions gratuites qui s'évanouissent une à une à mesure qu'on les examine, qu'on les serre de près et qu'on les fait passer au creuset inexorable des données numériques.

» M. Le Verrier est complétement d'accord avec M. Faye sur ce point particulier, que l'emploi du bain de mercure n'est pas nécessaire pour étudier les instruments et obtenir de bonnes déclinaisons des étoiles : il l'a dit dès l'origine des discussions. Il est heureux d'entendre M. Faye prêter de nouveau l'autorité de sa parole à une vérité reconnue par tous les Astro-

(1) L'égalisation des températures est depuis longtemps recommandée, surtout depuis Pond.

nomes sérieux. On sait qu'on ne fait point usage du bain de mercure dans le grand Observatoire de Poulkowa.

» Mais M. Faye va plus loin : il voit des inconvénients dans l'emploi des étoiles vues par réflexion sur le bain de mercure. Notre savant confrère préfère de beaucoup l'emploi des collimateurs pour étudier les flexions. C'est chez lui une opinion fort ancienne et qu'il a déjà développée devant l'Académie. Ainsi s'expliquent les réserves faites par M. Faye quand il a pratiqué des observations avec le bain de mercure, réserves qu'on a voulu exploiter dans un sens qu'elles ne comportent pas. M. Faye est d'avis que, quelque bien organisé que soit un bain de mercure, l'emploi de collimateurs est préférable.

» M. Le Verrier accepte ces vues de son confrère, et s'il a cherché dans les derniers mois à perfectionner l'emploi du bain de mercure, ce à quoi il est certainement parvenu, ce n'était en aucune façon qu'il le crût indispensable. Mais on prétendait en tirer une grosse objection à l'endroit de la valeur de notre grand établissement national astronomique : il était utile d'enlever aux auteurs de ces plaintes même ce futile prétexte, et comme il y avait lieu de craindre qu'on ne pût pas compter sur leur zèle pour améliorer l'appareil, il a bien fallu le faire à leur place.

» Après avoir communiqué à l'Académie le résultat de ses expériences dans la séance du 25 janvier, M. Le Verrier a prié ses confrères de vouloir bien venir à l'Observatoire en prendre connaissance. Il a le regret de dire qu'aucun des auteurs des objections n'a pris souci de son invitation; mais il n'en a point été de même de la part d'un grand nombre de nos confrères qui sont venus, et à plusieurs reprises, vérifier la stabilité des images, et qui en ont rendu témoignage. Il importe de remarquer que, ponr une telle vérification, il n'est nullement besoin d'être astronome de profession, et que les savants habitués à l'emploi du microscope, les physiciens, les zoologistes, les physiologistes, les botanistes sont parfaitement compétents. »

MÉCANIQUE. — *Note sur les valeurs que prennent les pressions dans un solide élastique isotrope lorsque l'on tient compte des dérivées d'ordre supérieur des déplacements très-petits que leurs points ont éprouvés*; par **M. de Saint-Venant.**

« M. Levy, dans un Mémoire d'hydrodynamique sur lequel un Rapport a été fait aujourd'hui, a donné pour les composantes des pressions dans un liquide, calculées en prenant la même base que Navier, mais en pous-

sant plus loin que lui l'approximation, des formules nouvelles où il est tenu compte de ce qui vient des dérivées d'ordre supérieur des vitesses absolues de leurs molécules dans le développement des vitesses relatives d'éloignement ou de rapprochement de celles-ci, suivant les puissances des projections de leurs petites distances mutuelles.

» Il est facile de voir que des formules analogues, toujours linéaires, peuvent être données pour les pressions dans l'intérieur d'un solide élastique en ayant de même égard aux dérivées supérieures des déplacements absolus u, v, w de leurs points suivant les x, y, z dans le calcul des changements de grandeur Δu, Δv, Δw de leurs petites distances mutuelles projetées Δx, Δy, Δz, et des changements qui en résultent dans les intensités de leurs actions les uns sur les autres.

» Voici les formules auxquelles je suis arrivé, en poussant jusqu'au septième ordre, et en appelant :

» $N_1 = p_{xx}$ la composante, suivant les coordonnées x, d'une pression supportée par l'unité d'une face perpendiculaire aux x;

» $T_1 = p_{yz}$ la composante, suivant les z, de la pression sur l'unité d'une face perpendiculaire aux y;

» Δ_2 le symbole $\frac{d^2.}{dx^2} + \frac{d^2.}{dy^2} + \frac{d^2.}{dz^2}$;

» θ la somme $\frac{du}{dx} + \frac{dv}{dy} + \frac{dw}{dz}$,

» ε_0, ε_1, ε_2,..., des coefficients dépendant de la nature du corps :

$$\begin{aligned}
N_1 = p_{xx} = {} & \varepsilon_0\left(\theta + 2\frac{du}{dx}\right) + \varepsilon_1\left[2\frac{d^2\theta}{dx^2} + \Delta_2\left(\theta + 2\frac{du}{dx}\right)\right] \\
& + \varepsilon_2\left[4\Delta_2\frac{d^2\theta}{px^2} + \Delta_2\Delta_2\left(\theta + 2\frac{du}{dx}\right)\right] \\
& + \varepsilon_3\left[6\Delta_2\Delta_2\frac{d^2\theta}{dx^2} + \Delta_2\Delta_2\Delta_2\left(\theta + 2\frac{du}{dx}\right)\right] + \ldots,
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
T_1 = p_{yz} = {} & \varepsilon_0\left(\frac{dv}{dz} + \frac{dw}{dy}\right) + \varepsilon_1\left[2\frac{d^2\theta}{dy\,dz} + \Delta_2\left(\frac{dv}{dz} + \frac{dw}{dy}\right)\right] \\
& + \varepsilon_2\left[4\Delta_2\frac{d^2\theta}{dy\,dz} + \Delta_2\Delta_2\left(\frac{dv}{dz} + \frac{dw}{dy}\right)\right] \\
& + \varepsilon_3\left[6\Delta_2\Delta_2\frac{d^2\theta}{dy\,dz} + \Delta_2\Delta_2\Delta_2\left(\frac{dv}{dz} + \frac{dw}{dy}\right)\right] + \ldots.
\end{aligned}$$

» J'ai obtenu ces formules des pressions en supposant le corps isotrope, et en opérant comme a fait Cauchy au volume de 1828 des *Exercices de*

Mathématiques, mais en définissant la pression sur une petite face, comme une résultante de toutes les actions moléculaires dont les directions traversent sa superficie.

» Ces formules serviront peut-être à expliquer des faits relatifs à certaines substances élastiques pour lesquelles le rapport entre les efforts et les effets varie plus rapidement lorsqu'on les comprime que lorsqu'on les étend, en sorte que les vibrations qui y seraient excitées augmenteraient leurs dimensions comme fait la chaleur, dont les effets de dilatation peuvent être attribués, comme j'ai eu l'occasion de le faire remarquer (*), à ce que les actions entre les derniers atomes suivraient une loi analogue. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Observations sur une Note de* M. Cloëz, *relative à la composition du salin de diverses plantes; par* **M. Eug. Peligot.**

« A l'occasion du travail que j'ai présenté à l'Académie dans sa dernière séance, M. Chevreul a cité des expériences faites par M. Cloëz sur plusieurs espèces de plantes cultivées comparativement au Muséum et dans un terrain situé au bord de mer, à l'embouchure de la Somme : l'analyse du salin provenant du chou marin et de la moutarde noire a établi que ces plantes contiennent une quantité de sel marin notablement plus considérable lorsqu'elles ont été cultivées dans un terrain salé.

» Ces résultats semblent contredire ceux que j'ai énoncés; aussi je ne puis me dispenser de dire mon sentiment sur la valeur qu'ils peuvent avoir dans la discussion des faits relatifs à l'absence des sels de soude dans les cendres de la plupart des végétaux.

» La contradiction n'est qu'apparente. D'après les analyses de M. Cloëz, les deux plantes qu'il a cultivées appartiennent au groupe des végétaux qui ont la faculté de s'assimiler le sel marin, de même que la betterave, la tétragone, la zostère, etc. Or des analyses nombreuses faites par M. Corenwinder sur les salins de betteraves provenant du département du Nord ont montré que ces salins, lorsqu'ils sont extraits de plantes cultivées avec des engrais riches en sel marin, contiennent en moyenne 40 pour 100 de sels de soude, tandis que ceux qui proviennent du département du Puy-de-Dôme, dont le terrain est riche en potasse et pauvre en soude, ne renferment que 15 pour 100 de ces mêmes composés salins. Les expériences de M. Cloëz confirment donc ce fait que les plantes salifères absorbent une quantité

(*) *Société Philomathique*, 29 octobre 1855.

de chlorure de sodium qui varie en raison de la nature du terrain dans lequel elles se sont développées.

» Mais la question n'est pas là : pour infirmer les résultats que j'ai cherché à mettre en relief, il faudrait démontrer que les plantes dont les cendres sont, d'après mes expériences, exemptes de sels de soude, telles que le froment, l'avoine, la pomme de terre, le tabac, etc., cultivées comparativement au Muséum et dans les terrains salés de Haulebut et du Hourdel, contiennent des quantités sensibles de ces sels lorsqu'elles proviennent de ces dernières localités. J'espère que M. Cloëz profitera de la saison prochaine pour continuer ses expériences, et qu'il voudra bien en communiquer les résultats à l'Académie. »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Quelques remarques sur l'anatomie comparée des plantes, à l'occasion de deux Mémoires de* M. Van Tieghem (deuxième Partie); *par* **M. A. Trécul.**

« J'ai discuté, dans ma dernière communication, les assertions de M. Van Tieghem concernant la structure des racines et des tiges. Jetons maintenant un coup d'œil sur ce qu'il pense de la symétrie anatomique des feuilles. Cet examen nous conduira à la discussion du Mémoire de 1867, qui traite de la constitution du pistil.

» Suivant ce botaniste, « dans toute la série des végétaux appendiculés, » la feuille n'a ses faisceaux disposés et orientés symétriquement que par » rapport *au plan* qui contient l'axe de symétrie de la tige et le rayon d'in- » sertion (p. 154 de ce volume). »

» Si dans la feuille on ne considérait que l'insertion, cette définition suffirait *peut-être*. Mais notre botaniste veut retrouver cette symétrie même dans les pétioles cylindriques. Pourtant, dans maints pétioles (ceux de quantité d'Araliacées, etc.), les faisceaux ont une orientation symétrique, par rapport à une ligne axile, tout aussi parfaite que les faisceaux des tiges les plus régulièrement cylindracées. Il en est de même dans la partie tubuleuse de la feuille de l'*Allium Cepa* et dans beaucoup d'autres feuilles, dont quelques nouveaux exemples seront cités plus loin.

» Donc, si les faisceaux de la feuille ont la même constitution que ceux de la tige, s'ils n'en sont que les terminaisons, ce que l'auteur reconnaît; si, d'un autre côté, ils peuvent avoir la même orientation et la même disposition, ce que les exemples que je viens de citer et beaucoup d'autres encore mettent hors de doute, comment M. Van Tieghem peut-il avoir la

prétention de distinguer, par cette disposition et par cette orientation, ce qui, dans le pistil, est de nature axile ou appendiculaire? C'est cependant sur cette prétendue distinction de l'axe et de l'appendice, par un critérium tout à fait imaginaire, qu'est fondée l'argumentation entière de son Mémoire sur la structure du pistil, dont je vais m'occuper maintenant.

» Quatre opinions relatives à la constitution du pistil ont divisé les botanistes modernes :

» 1° Les uns croient que chaque carpelle est formé par une feuille pliée longitudinalement sur sa face supérieure, et que les ovules naissent des bords de cette feuille.

» 2° D'autres pensent que chaque bord de la feuille est accompagné d'un faisceau fibrovasculaire qui prolonge l'axe, et duquel partent les vaisseaux qui se rendent aux ovules.

» 3° Quelques-uns, tout en admettant la nature foliaire des ovaires supères en général, soutiennent que certains ovaires, surtout parmi les infères, sont constitués par un prolongement de l'axe évidé et disposé pour recevoir les ovules.

» 4° Il y a des botanistes qui regardent tous les ovaires en général comme des modifications de l'axe.

» De ces quatre opinions quelle est la bonne? L'une d'elles est-elle vraie à l'exclusion de toutes les autres?

» Voyons s'il y est réellement parvenu.

« Partout donc, dit-il, où un certain nombre de faisceaux tous sembla-
» bles, tous orientés de même, avec leurs trachées en dedans, seront rangés
» *en cercle* autour d'une *moelle homogène,* nous reconnaîtrons dans ce sys-
» tème un axe; mais qu'une scission du parenchyme se fasse entre les fais-
» ceaux, que leur orientation normale s'altère, que leur disposition *circu-*
» *laire* soit détruite, que toutes ces choses arrivent à la fois, *ou qu'une seule*
» *se produise,* nous devons déclarer, quelles que soient d'ailleurs la direction
» de ces faisceaux et les liaisons parenchymateuses qui continuent à les
» réunir, qu'ils sont appendiculaires, et qu'ils le sont à partir du point où
» le premier de ces changements dans l'ordre primitif s'est manifesté. »

» Cette définition de l'axe et de l'appendice a-t-elle bien l'exactitude que lui suppose son auteur? Assurément non. En effet, n'est-il pas évident que l'exigence, pour caractériser l'axe, de faisceaux tous semblables, tous orientés de même, avec leurs trachées en dedans, rangés *en cercle* autour d'une moelle *homogène*, n'est-il pas évident, dis-je, que cette disposition ne

convient pas au système axile de la plupart des Monocotélydones, qui présente des faisceaux épars en plus ou moins grand nombre dans le centre de l'axe? Il y a plus, ce prétendu critérium ne s'applique pas davantage à un certain nombre de Dicotylédones, telles que les Nymphéacées, les Pipéracées, quelques Araliacées, etc., qui n'ont pas de moelle homogène, des faisceaux étant dispersés dans le centre de la tige.

» N'est-il pas manifeste aussi que les rameaux déprimés, comme ceux de diverses plantes appartenant aux genres *Phyllocactus*, *Epiphyllum*, *Rhipsalis*, *Xylophyllum*, *Coccoloba*, etc., n'ont pas tous leurs faisceaux *en cercle* autour d'une moelle?

» Dans le *Phyllocactus guyanensis* et le *Rhipsalis ramulosa*, par exemple, les faisceaux ne sont ni tous semblables ni tous rangés autour d'une moelle centrale; il n'existe dans la région moyenne de leurs rameaux largement déprimés qu'un petit axe fibrovasculaire composé de plusieurs faisceaux disposés autour d'un centre médullaire, il est vrai; mais cet axe, accompagné de tous les faisceaux qui en partent latéralement, et qui se répandent dans le parenchyme, où ils se ramifient et s'anastomosent à la manière des nervures des feuilles, rappelle bien plus la nervure médiane de certaines feuilles qu'une tige véritable. Il est, en effet, quantité de nervures médianes dans lesquelles des faisceaux vasculaires sont disposés autour d'une moelle, et dans un assez grand nombre de pétioles ils le sont avec beaucoup de régularité (*Fatsia japonica*, *Panax Lessonii*, etc.).

» Les rameaux déprimés des *Xylophyllum* sont aussi fort remarquables. Leur aspect extérieur est celui de feuilles; ils sont caducs comme celles-ci, et parcourus longitudinalement par un tout petit axe fibrovasculaire, qui a aussi quelques faisceaux autour d'une moelle étroite, laquelle rappelle autant celle de certaines nervures médianes que celle d'un rameau; des deux côtés de ce petit axe partent, sur un même plan longitudinal, des nervures ou ramuscules un peu plus grêles que l'axe médian, mais qui ont à peu près la même structure que lui. Ils s'étendent obliquement, comme des nervures latérales ordinaires, dans le parenchyme qui constitue la lame d'apparence foliacée.

» Si dans certains rameaux déprimés, comme ceux des *Opuntia*, du *Coccoloba platyclada*, les faisceaux sont disposés autour d'une moelle déprimée comme le rameau, avec les trachées tournées vers la moelle, cette disposition ne constitue pas un caractère particulier aux tiges, car les feuilles des Aloès ont une moelle avec des faisceaux répartis de même tout à l'entour, et dans celles dont la moelle est le plus déprimée, elle l'est à un beaucoup

moindre degré que dans les jeunes rameaux du *Coccoloba platyclada*, que je viens de nommer.

» Je pourrais multiplier ces exemples, mais en voilà plus qu'il n'en faut pour prouver que le moyen de distinguer les axes des appendices, invoqué par l'auteur, est loin d'être *infaillible* comme il le prétend.

» Voyons maintenant comment l'auteur applique cette règle ou critérium infaillible.

» Il admet en principe que : « *Partout* et *toujours* le pistil est formé d'une » ou de plusieurs feuilles, libres ou associées, ouvertes ou closes, qui pro- » duisent les ovules sur leurs bords... »

» Prenons d'abord un des exemples les plus simples, les carpelles isolés des Renonculacées. Voici comment l'auteur raisonne. (Je ne cite pas textuellement ce qui concerne ces plantes, parce que je n'avais pas le Mémoire à ma disposition quand j'ai rédigé ces notes.)

» Le carpelle de l'*Eranthis*, par exemple, serait formé par une feuille pliée longitudinalement sur sa face supérieure. Il présenterait trois faisceaux : un dorsal, qui répondrait à la nervure médiane, deux latéraux placés sur les bords de la feuille, et d'où émaneraient les vaisseaux qui vont aux ovules. *Donc le carpelle est constitué par une feuille.*

» Cette prétendue démonstration, qui n'est pas rapportée textuellement ici, je le répète, ne contient pas un élément de plus, et consiste en un mauvais cercle vicieux.

» Passons à un exemple plus compliqué, à l'ovaire des Primulacées.

» Les botanistes admettent, pour la plupart, que l'ovaire des Primulacées est composé d'une paroi formée de cinq feuilles carpellaires soudées par leurs bords, et que du fond de cet ovaire s'élève un placenta axile, c'est-à-dire un prolongement du pédoncule ou du réceptacle, d'où naissent les ovules.

» Pour l'auteur du Mémoire, ce placenta des Primulacées est aussi de nature axile, au moins dans sa partie basilaire, parce qu'il contient dix faisceaux vasculaires rangés en cercle autour d'un centre médullaire; mais comme, suivant ce botaniste, *l'axe qui se prolonge au-dessus de l'insertion des carpelles* NE PRODUIT JAMAIS DIRECTEMENT LES OVULES, ce qui serait contraire à sa théorie, qui les fait naître *partout et toujours* des bords de la feuille, il a imaginé de mettre des feuilles sur ce placenta. *L'extrémité de chacun des dix faisceaux* de l'axe placentaire, qui abandonnent celui-ci sur deux verticilles, *constitue une feuille* AUX DENTS *de laquelle sont insérés les ovules.* Laissons parler l'auteur :

« *Il est bien évident*, dit-il, que *chacun* de ces faisceaux qui quittent l'axe » (le placenta), cinq par cinq, correspond *à un appendice distinct, à une* » *feuille* qui alterne avec les carpelles s'il s'agit du verticille inférieur, et » que chaque ovule où pénètre une des ramifications extrêmes de ce fais- » ceau correspond *à un lobe, à une dentelure* de cette feuille; *il est clair, par* » *conséquent*, que les ovules sont encore ici portés et produits par les » bords de feuilles, mais ces feuilles n'entrent pas dans la constitution » de la paroi du pistil. »

» C'est toujours, l'Académie le voit, la même pétition de principe.

» Je n'ai pas besoin de faire observer qu'absolument rien ne rappelle l'existence de dix feuilles au sommet de ce placenta, qui est seulement renflé en une sorte de bonnet charnu, dans le tissu duquel se ramifient les faisceaux, et à sa surface sont directement insérés les ovules.

» A cela ne se bornent pas les difficultés offertes par l'ovaire des Primulacées. L'auteur compte dix faisceaux dans la paroi de l'ovaire. Cinq de ces faisceaux seraient opposés aux sépales, et constitueraient les nervures médianes des feuilles carpellaires. Les cinq autres faisceaux, qui alterneraient avec les précédents, représenteraient dix faisceaux UNIS DEUX A DEUX; ce seraient les faisceaux dont la théorie gratifie les bords des cinq feuilles carpellaires.

» Mais voici un fait qui prouve de nouveau que les analyses de l'auteur ne sont pas faites avec tout le soin désirable, et que, par conséquent, ses généralisations sont fautives. C'est que la paroi de l'ovaire du *Primula sinensis* (la seule Primulacée que j'aie à ma disposition en cette saison), qui se gonfle en vésicule transparente très-facile à observer, ne renferme pas seulement les dix faisceaux admis par l'auteur, mais jusqu'à douze à quinze dans la partie supérieure, et de vingt à trente dans la partie inférieure. Tous ces faisceaux sont d'une extrême ténuité; les plus forts ne renferment que deux ou trois toutes petites trachées. On admettra que pour des faisceaux doublés, ainsi que doivent l'être plusieurs d'entre eux, suivant la théorie, c'est fort peu.

» L'auteur du Mémoire s'est montré non moins prodigue de feuilles, pour expliquer la constitution de l'ovaire des Papavéracées et des Crucifères, que pour celui des Primulacées.

» Les botanistes considèrent, en général, l'ovaire des *Glaucium*, des *Chelidonium*, etc., comme formés de deux carpelles, ou, si l'on veut, de deux feuilles carpellaires soudées par leurs bords; des faisceaux placentaires de ces bords naîtraient les ovules. L'organogénie n'indique de même que deux carpelles. Malgré cela, l'auteur du Mémoire admet quatre feuilles

carpellaires, deux fertiles desquelles procéderaient les ovules, et deux stériles. Pour le Pavot et les autres genres qui offrent un plus grand nombre de carpelles, la paroi serait de même constituée par des feuilles fertiles alternant avec autant de feuilles stériles, soudées les unes aux autres par les bords.

» Ici l'on ne voit pas bien ce qui a déterminé l'auteur à reconnaître des feuilles stériles et des feuilles fertiles, car les besoins de sa théorie ne l'exigeaient pas. Au contraire, la nouvelle opinion est en contradiction avec un principe qui ne subit peut-être pas une seule exception dans tous les végétaux phanérogames, et qui est un des arguments les plus spécieux, les plus favorables à la théorie qui fait naître les ovules des bords de feuilles carpellaires. Cette loi si générale est celle de l'alternance des stigmates avec les cloisons dites *vraies* dans les ovaires bi- ou multiloculaires, et avec les placentas dans les ovaires uniloculaires à placentas pariétaux.

» Dans toutes les plantes phanérogames, en effet, les styles, les stigmates, ou les lobules stigmatiques, quand il y en a d'apparents, correspondent à ce que les botanistes appellent la *nervure médiane des feuilles ovariennes;* tandis que les cloisons vraies, qui seraient formées par les bords rentrants des feuilles carpellaires, ou les placentas pariétaux qui correspondent théoriquement aux bords des feuilles, alternent avec les styles et les stigmates.

» Cette loi, aussi élégante que constante, la plus générale probablement de la morphologie végétale, a été méconnue par l'auteur du Mémoire, et elle montre combien est peu fondée l'innovation de ce botaniste en ce qui concerne les Papavéracées, les Fumariacées et les Crucifères.

» Encore quelques mots pour compléter ce que je veux dire des ovaires dans ces courtes remarques. Je veux parler maintenant des ovaires infères.

» Tout pistil, pour l'auteur, étant nécessairement formé par une ou plusieurs feuilles (« *partout et toujours* »), aucun des ovaires infères ne fait exception. Voici comment il s'exprime : « Les pistils dits *supères* et ceux qu'on » appelle *infères* possèdent, toutes choses égales d'ailleurs, la même orga- » nisation; la différence extérieure, qu'on traduit par ces mots, résulte » uniquement de ce que l'insertion *apparente* des appendices floraux ex- » ternes, dont l'insertion vraie est toujours *inférieure* à celle des carpelles, se » trouve rejetée, par la *coalescence du parenchyme,* jusque vers le sommet » de l'ovaire. »

» S'il en était ainsi, on devrait toujours trouver dans les parois de l'ovaire

infère au moins autant de faisceaux vasculaires qu'il y a de sépales, de pétales, d'étamines et de carpelles dans la fleur étudiée. Cela n'a point lieu. Dans maint ovaire infère, le nombre des faisceaux est bien inférieur à celui qu'exigerait une simple réunion des organes floraux par le parenchyme commun. Je vais en citer un exemple que l'auteur a décrit, mais bien incomplétement, et qu'il a conservé avec intention pour le couronnement de son travail : c'est l'ovaire des *Prismatocarpus Speculum* et *hybridus*.

» Pour admettre, dans ces plantes, que les sépales, les pétales et les étamines soient insérés en réalité *au-dessous de l'ovaire*, il faudrait retrouver dans les parois de cet ovaire infère cinq faisceaux pour les sépales, cinq pour les pétales, cinq pour les étamines, et trois pour chacun des trois carpelles, ce qui fait au minimum vingt-quatre faisceaux, auxquels il faudrait ajouter ceux des feuilles et des fleurs qui naissent fréquemment sur ces mêmes ovaires. Il n'en existe cependant que neuf à dix dans la paroi de l'ovaire, c'est-à-dire environ un de moins que dans le pédoncule, qui fournit en outre des vaisseaux aux trois placentas, qui occupent le centre de l'ovaire.

» Ce n'est pas tout : cet ovaire des *Prismatocarpus* cités porte en lui la preuve irrécusable de sa nature axile. Cette preuve est donnée par l'existence *d'une couche fibreuse continue tout autour de l'ovaire*, et cette couche fibreuse est semblable à celle que possède le pédoncule, et n'en est que la prolongation.

» Il est à peine nécessaire d'ajouter qu'une telle couche fibreuse ne s'observe pas dans les feuilles des mêmes plantes.

» De plus, si les étamines, les pétales et les sépales étaient simplement unis à l'ovaire par un parenchyme commun, appliqués en quelque sorte sur cet ovaire, les faisceaux qui devraient les représenter seraient placés à l'extérieur de la couche fibreuse, qui rappelle l'axe sans aucun doute. Or les neuf à dix faisceaux qui existent dans tout le pourtour du corps dit *ovaire infère*, dans le *Prismatocarpus*, sont situés, au contraire, vers la face interne de la couche fibreuse dont ils font partie, comme dans le pédoncule. Il est donc de toute évidence que les sépales, les pétales et les étamines n'ont point leur insertion réelle *au-dessous* de celle des carpelles, comme le pense l'auteur du Mémoire, mais qu'ils naissent de la partie supérieure de l'ovaire.

» Il est manifeste aussi, par l'existence de sa couche fibreuse, que l'ovaire des *Prismatocarpus Speculum* et *hybridus* est produit par le sommet de l'axe lui-même, modifié pour les besoins de la reproduction.

» Je ferai observer en terminant que l'auteur du Mémoire n'a même pas mentionné la zone fibreuse dont je viens de parler. Serait-ce parce qu'elle gênait sa théorie, ainsi que divers autres faits à l'égard desquels il a observé le même silence, par exemple, la dispersion des ovules à la surface de la paroi interne des loges ou carpelles des Nymphéacées et du *Butomus*, chez lesquels il est impossible de les faire dériver des bords de chaque feuille ovarienne.

» L'auteur a omis également l'examen d'une des questions les plus importantes, car elle domine le débat. C'est celle de la nature des ovules.

» Les feuilles étant les *organes extrêmes* de la végétation, il a été admis en principe qu'il ne peut naître d'elles, normalement, *aucun* organe appendiculaire ou axile (feuille ou rameau).

» Et pourtant les ovules naissent des prétendues feuilles carpellaires. Il y avait donc là une inconséquence. C'est ce qui a engagé M. Auguste de Saint-Hilaire à regarder les faisceaux placentaires comme des prolongements de l'axe adjoints aux bords des feuilles carpellaires (1).

» De plus, l'ovule, qui est ordinairement composé d'un pédicule (de nature axile pour M. de Saint-Hilaire) terminé par le nucelle et une ou deux enveloppes minces, emboîtées l'une dans l'autre, ne peut être considéré comme un simple appendice, mais plutôt comme un bourgeon rudimentaire, ainsi que l'admettait le célèbre botaniste que je viens de nommer.

» A cela, néanmoins, il y avait une difficulté. C'est que, sur un rameau, les feuilles apparaissent ordinairement de bas en haut, tandis que dans l'ovule les téguments ou feuilles se développent de haut en bas. (C'est du moins l'idée reçue. Il ne serait pas impossible qu'il en fût quelquefois autrement.) Mais la difficulté a disparu, depuis qu'en 1853 (*Ann. Sc. nat.*, 3e sér. t. XX, p. 190) j'ai montré qu'il existe des inflorescences dont les rameaux et les fleurs naissent de haut en bas (certaines Graminées).

» D'après ces considérations, si les ovules sont les analogues de bourgeons rudimentaires, il ne semble pas logique de les faire naître des bords

(1) Je rappellerai que l'inflorescence de l'*Erythrochiton hypophyllanthus* Pl. naît sous la lame de la feuille, et que des bourgeons *adventifs*, dans des circonstances favorables, se développent dans les dents des feuilles du *Bryophyllum calycinum* et dans l'aisselle des pinnules de diverses Fougères, à peu près comme les bourgeons normaux dans l'aisselle des feuilles ordinaires, ce qui dénote un degré de ressemblance de plus entre les rameaux et les feuilles. A quoi je pourrais ajouter que, si le plus souvent les rameaux des inflorescences ont une évolution *basifuge*, elles ont aussi parfois une évolution *basipète*, ou une évolution *mixte*, de même que les feuilles.

de simples organes appendiculaires ou feuilles, dans le sens rigoureux qu'on attache ordinairement à ces mots. Donc, ou les carpelles sont formés de modifications de la tige, ou chaque feuille carpellaire est accompagnée d'un prolongement de l'axe constituant le placenta, comme l'admettait M. Auguste de Sainte-Hilaire; ou bien il faut renoncer à établir une délimitation tranchée entre ce que l'on nomme les *appendices* et les *axes*. C'est cette dernière opinion qui me paraît la plus rationnelle. Je développerai cette idée dans un autre travail. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Existence d'une couche donnant un spectre continu, entre la couche rose et le bord solaire*. Lettre du **P. Secchi** à M. le Secrétaire perpétuel.

« Rome, ce 1er mars 1869.

» Permettez-moi de vous informer d'une observation que j'ai faite depuis quelques jours : cette observation me paraît très-intéressante au point de vue de la constitution du Soleil, et surtout au point de vue de la détermination de la couche où se fait le renversement des raies.

» Ayant agrandi notablement, au moyen d'un oculaire, l'image du Soleil qui tombe sur la fente du spectroscope, je me suis d'abord aperçu que, en y faisant entrer lentement le bord solaire, on voit paraître les protubérances et la couche rose; puis, après que celles-ci sont évanouies et que les lignes brillantes se sont affaiblies, mais seulement alors, on voit apparaître le bord solaire. J'ai conclu de cette observation que, en général, la couche rose est séparée du bord solaire par une distance minime mais appréciable. Je me suis rappelé alors ce que j'avais remarqué pendant l'éclipse de 1860, en Espagne; j'avais vu nettement se cacher le bord solaire; puis, j'avais vu paraître une couche très-vive de lumière, et enfin la couche rosée des protubérances; les deux observations s'appuient donc l'une l'autre. Il est vrai que, bien souvent, on peut suivre les raies renversées sur le disque solaire, mais cela n'arrive pas toujours, et l'irradiation de la vive lumière de ces raies peut bien faire illusion; au moins, cela n'arrive que dans les parties où l'on aperçoit les protubérances. Ainsi le 24 et le 27 février, ayant dirigé le spectroscope sur deux facules très-vives qui étaient juste au bord, j'ai vu briller de magnifiques protubérances à la même place. Mais, en général, on ne constate pas cette superposition en opérant avec une image solaire assez grande; et, en mettant la fente tangente au bord, on trouve que la couche rose n'est pas en contact continu avec le bord solaire.

» Profitant de la disposition de l'oculaire qui grandissait l'image et de l'air calme qui régnait, j'ai voulu alors examiner avec plus de détail l'intervalle compris entre cette couche rose et le bord lui-même : à ma grande surprise, j'ai vu alors disparaître complétement toutes les raies fines, et les raies noires D et *b* rester à peine visibles. J'ai d'abord cru que c'était là un effet de la faiblesse de la lumière, mais j'ai vérifié qu'il n'en était pas ainsi, car je pouvais voir très-bien les raies au dehors de la couche rose, et immédiatement sur le bord du Soleil. J'ai attribué l'effet observé à la faiblesse du spectroscope, et je l'ai monté avec trois prismes très-dispersifs : le résultat a été le même. On pourrait supposer que le phénomène est dû à un effet de l'agitation de l'air, près du bord solaire, mais cette hypothèse elle-même m'a paru devoir être exclue par cette remarque que je distinguais très-bien les raies brillantes de la couche rose au milieu de l'oscillation la plus vive : les raies fines obscures sont alors visibles dans tous leurs détails. Il me paraît donc que nous sommes en face d'une couche qui donne réellement un spectre continu. Malheureusement, l'observation est très-difficile, car il faut maintenir sur la fente ce petit intervalle qui sépare la couche rose du bord solaire, intervalle qui est à peine, à ce que je puis estimer, de deux ou trois secondes. Il serait même impossible de constater le phénomène sans deux précautions essentielles : 1° agrandir l'image solaire, comme je l'ai dit, pour faire que le mince filet en question soit plus large que la fente; 2° raccourcir la longueur de la fente pour ne pas donner une trop grande largeur au spectre : on obtient ainsi un arc du bord sensiblement rectiligne; sans ces précautions, les rayons des différents points des arcs curvilignes se mêleraient dans le spectre et détruiraient complétement l'effet.

» Je répète que les raies noires D et *b* ne disparaissent pas, mais elles diminuent beaucoup d'intensité; le moment précis qu'il faut saisir est celui où les raies brillantes C et la raie jaune D_3 sont très-affaiblies en marchant vers le bord solaire : alors, il y a une position où le spectre est continu.

» Cette couche, proportionnellement assez mince, serait celle où a lieu le renversement selon la théorie de Kirchhoff. On ne peut pas objecter qu'elle est trop mince pour produire cet effet, car nous voyons que, pour obtenir le renversement des raies du sodium, il suffit de quelques mètres d'épaisseur de sa vapeur, et, pour absorber la raie rouge et les autres raies plus vives de l'hydrogène, les cirrus et les nuages demi-transparents

de notre atmosphère sont déjà très-suffisants : ce qui fait qu'on ne peut bien voir ces raies que dans un ciel très-clair, comme l'a déjà indiqué M. Janssen.

» Comme la couche d'hydrogène offre une épaisseur irrégulière, là où elle se projette sur le Soleil, on ne peut pas voir partout la zone à spectre continu, ce qui concourt aussi à rendre cette observation plus difficile. Ayant déjà répété pendant quatre beaux jours cette observation, je la crois sûre. En ai-je bien deviné l'explication? c'est ce que je laisse à juger aux savants; mais cette explication me paraît probable, car M. Rziha a vu le spectre de la couronne continu, à Aden. »

RAPPORTS.

HYDRODYNAMIQUE. — *Rapport sur un Mémoire de* M. Maurice Levy, *relatif à l'hydrodynamique des liquides homogènes, particulièrement à leur écoulement rectiligne et permanent.*

(Commissaires : MM. Combes, Serret, Bonnet, Phillips, de Saint-Venant rapporteur.)

« M. Levy, Ingénieur des Ponts et Chaussées, a adressé de Montauban le 3 mai 1867, à l'Académie, un Mémoire étendu sur l'hydrodynamique, destiné à concourir au prix Dalmont. Il y reproduisait quelques parties d'un *article* d'avril 1866, imprimé aux *Annales des Ponts et Chaussées* un an après, et reproduites déjà à sa thèse de doctorat datée de Paris, décembre 1866.

» Ce Mémoire de mai 1867 a été renvoyé à une Commission, actuellement composée de MM. Combes, Serret, Bonnet, Phillips et de moi.

» Depuis, l'auteur nous a remis, pour être substituée à l'ancienne, une rédaction plus succincte et presque entièrement nouvelle. Et il nous a demandé, tout en réservant ses droits au prix Dalmont, d'en faire l'objet d'un Rapport dès à présent. Nous nous rendons à ce désir, parce que le travail nouveau ne conserve presque plus aucune trace de ce que l'auteur a publié en 1866 et 1867, comme on vient de dire.

» Bien que déjà Descartes ait reconnu un *frottement* réciproque entre les couches des fluides qui se meuvent, que Newton ait fait sur la loi de cette force une hypothèse simple, et que Mariotte, avant Pitot, Couplet, D. Ber-

nouilli et Coulomb, ait parlé aussi du frottement retardateur émanant des parois solides entre lesquelles les fluides s'écoulent, on sait que les géomètres du XVIIIe siècle avaient basé les équations de l'hydrodynamique sur la supposition que les pressions étaient constamment, à l'état de mouvement comme à l'état de repos, normales aux faces intérieures ou extérieures à travers lesquelles elles s'exercent. C'était négliger cette composante tangentielle d'action, reconnue et appelée *frottement* par leurs devanciers; composante qui a été remise en lumière à la fin du même siècle, par les expériences de Du Buat et par celles de Venturi. Aussi d'Alembert et Euler, appliquant leurs équations au calcul de l'action d'un fluide en mouvement sur un solide immobile qui y est plongé, étaient arrivés à des nullités, à des résultats paradoxaux dont, en les reconnaissant tels, et comme en désespoir de cause, ils léguaient à d'autres l'explication future (*).

» Navier a tenté le premier de compléter les équations différentielles générales du mouvement des fluides, en supposant qu'il s'effectuait *avec continuité*, c'est-à-dire sans changement brusque ni très-rapide des vitesses en passant d'un point aux points voisins. On sait qu'à cet effet il a admis entre leurs molécules très-proches, prises deux à deux, outre l'action ordinaire ou hydrostatique, *une action dynamique ayant pour intensité une fonction de leur distance, multipliée par la vitesse avec laquelle elles s'éloignent ou se rapprochent l'une de l'autre* à l'instant considéré. Il obtient ainsi des termes qui donnent, pour le frottement de deux couches, une expression conforme à la supposition de Newton, ou proportionnelle à leur vitesse relative de glissement, c'est-à-dire

$$\varepsilon \frac{dv}{dn},$$

produit d'un coefficient numérique ε dépendant de la nature du fluide, et de la dérivée $\frac{dv}{dn}$, par rapport à une coordonnée normale n, de la vitesse absolue v du fluide, estimée parallèlement à une ligne tracée sur la surface de séparation des couches frottantes.

» Ses formules, auxquelles Poisson, Cauchy, M. Stokes, etc., sont arrivés par d'autres voies, s'accordent d'une manière tout à fait satisfaisante avec les observations faites sur le mouvement lent et très-régulier que prend l'eau en s'écoulant par des tubes capillaires; ainsi que cela a été surtout con-

(*) On peut voir à ce sujet l'extrait d'un Mémoire sur la Résistance des fluides, aux *Comptes rendus*, 15 février 1847, t. XXIV, p. 243.

staté dans ces derniers temps par deux jeunes géomètres, qui, en faisant nulle la vitesse à la paroi, sont arrivés exactement aux résultats trouvés par M. Poiseuille dans des expériences précises (*).

» Mais Navier avait soin d'ajouter (**) que, dans les cas ordinaires de la pratique, sa théorie ne pouvait convenir, *parce que le mouvement y est plus compliqué* que celui qu'elle suppose. L'un de nous a fait en 1851 la remarque (***) que si on voulait l'appliquer aux cours d'eau d'une certaine grandeur, il faudrait, pour satisfaire aux faits connus, augmenter le coefficient ε avec les dimensions des sections transversales; et il avait, en 1843 (****), en admettant que le frottement de l'eau est toujours nul dans les directions où le *glissement* $\frac{dv}{dn}$ est nul lui-même, et sans invoquer du reste autre chose que les deux théorèmes connus sur les relations nécessaires des composantes de pression en divers sens, déduites par Cauchy de l'équilibre du parallélipipède et du tétraèdre élémentaire, trouvé que les frottements dans les autres directions devaient être nécessairement représentés par $\varepsilon \frac{dv}{dn}$, ou par les formules de Navier et de Poisson, ε étant constant pour toutes les petites faces se croisant en un même point du fluide, mais sans qu'on démontre par là qu'il reste le même quand on passe à d'autres points.

» Henry Darcy, en citant, dans ses belles recherches de 1854, la remarque de 1851 qu'on vient de rappeler (*****), a conclu analogiquement, de ses nombreux mesurages de vitesses des filets liquides, que leur frottement mutuel croissait fortement avec le diamètre des tuyaux où ils coulent; et il a cru pouvoir conclure aussi que le frottement de deux couches cylindriques de rayon r était, dans un même tuyau, proportionnel au carré $\left(\frac{dv}{dr}\right)^2$

(*) *Voir* le Rapport du 3 août 1868 (*Comptes rendus*, t. LXVII, p. 287), à la suite duquel l'Académie a voté l'insertion aux Savants étrangers d'un Mémoire de M. Boussinesq. Une Note moins étendue sur le même sujet, de M. Émile Mathieu, avait été imprimée au *Compte rendu* le 10 août 1863 (t. LVII, p. 320).

(**) Résumé (1838) de ses *Leçons* à l'École des Ponts et Chaussées, 2e Partie, no 109, p. 89.

(***) *Annales des Mines*, 4e série, t. XX, p. 229, fin de l'article 14 d'un Mémoire sur les eaux courantes.

(****) *Comptes rendus*, 27 novembre, t. XVII, p. 1240. Cette Note, bien que présentée comme à joindre à un Mémoire du 14 avril 1834, présente un sens complet, qui dispense de recourir à ce Mémoire resté manuscrit dans les Archives de l'Académie.

(*****) *Recherches expérimentales relatives au mouvement de l'eau dans les tuyaux*, Ch. V, Observations générales, p. 181.

de leur vitesse de glissement relatif, et non à la première puissance $\frac{dv}{dr}$ de cette vitesse suivant la loi adoptée par Newton et obtenue par Poisson après Navier.

» De cette assertion de Darcy, bien qu'il l'ait basée sur des mesurages difficiles et sujets à erreur, feu M. Dupuit et d'autres auteurs ont cru pouvoir inférer que le frottement intérieur des fluides devait être fait généralement proportionnel au carré du glissement, non-seulement sur la face perpendiculaire au rayon du tuyau, face qui est celle du glissement *maximum* pour chaque point, mais aussi sur toute face parallèle au fil de l'eau dans le mouvement uniforme, et que cette loi devait être étendue aux courants découverts ayant une section de figure quelconque. Ils ont même proposé d'exprimer plus généralement ce frottement par un polynôme

$$A\frac{dv}{dn} + B\left(\frac{dv}{dn}\right)^2 + C\left(\frac{dv}{dn}\right)^3 + \ldots$$

» M. Levy, dans le Mémoire de 1868 que nous examinons, s'élève, comme dans ses précédents travaux, mais pour une raison nouvelle, contre l'emploi et l'introduction dans l'enseignement d'une pareille formule. Elle est, observe-t-il, mathématiquement impossible. Il le démontre en invoquant (comme on vient de dire qu'il avait été fait dans une Note remontant à 1843) les théorèmes de Cauchy, qui fournissent des relations nécessaires entre les frottements sur diverses faces se coupant en un même point. Il en déduit en effet, par un calcul exact, en prenant des faces parallèles au fil de l'eau, que *si le frottement ne dépend que des dérivées de premier ordre des vitesses*, il est, sur la face dont n est la normale, nécessairement égal à $\frac{dv}{dn}$ affecté d'un certain coefficient; et que ce coefficient, si l'on admet qu'il puisse varier, ne le fera pas tant qu'on restera au même point du fluide (*). Or cette con-

(*) Il trouve, dans un courant uniforme d'une largeur très-grande par rapport à la profondeur supposée constante,

$$\sum A_k\left[\left(\frac{du}{dy}\right)^2 + \left(\frac{du}{dz}\right)^2\right]^k$$

pour l'expression la plus générale de ce coefficient, y et z étant deux coordonnées transversales prises suivant la largeur et la profondeur. Il est constant si le $\sum$ se réduit à un seul terme pour lequel l'exposant $k = 0$.

Cette expression variable s'accorde avec celle que M. Kleitz a déduite d'autres considérations (*Comptes rendus*, 10 décembre 1866, t. LXIII, p. 990).

dition ne serait point remplie par la formule polynôme écrite tout à l'heure, car le coefficient de $\frac{dv}{dn}$, qui y est

$$A + B\frac{dv}{dn} + C\left(\frac{dv}{dn}\right)^2 + \ldots,$$

varierait, *en un même point*, avec la direction n de la normale à la face où l'on considère le frottement.

» M. Levy trouve aussi, tant que l'on s'en tient aux dérivées du premier ordre des vitesses, que la variation du coefficient avec le diamètre des tuyaux, déduite par Darcy de ces expériences, est inexplicable. Il en est de même, pour les courants découverts très-larges, de la variabilité du coefficient avec la profondeur, qui résulterait de faits nombreux recueillis par M. Bazin, le continuateur de Darcy. Et la même impossibilité de s'en tenir au premier ordre de différentiation lui paraît suivie d'un autre fait, généralement observé dans ces courants uniformes et rectilignes : ce fait consiste en ce que la vitesse la plus grande, au lieu de se trouver à la surface, se rencontre au quart environ ou au tiers de la profondeur, même lorsque l'existence d'un vent soufflant d'amont empêche d'attribuer cette circonstance à un frottement retardateur de l'air contre la surface liquide.

» En conséquence M. Levy reprend l'analyse de Navier, en poussant jusqu'aux dérivées d'ordre supérieur des vitesses des molécules, l'approximation pour laquelle Navier s'était tenu aux dérivées du premier ordre. Le principe sur lequel se base Navier est, suivant lui, mieux qu'une hypothèse : car on ne saurait contester, dit-il, que la partie des pressions due à l'état de mouvement ne doive être fonction des vitesses relatives des molécules. Le désaccord de ses résultats avec divers faits doit donc tenir uniquement à ce que Navier n'a pas tiré de ce principe des conséquences suffisamment approchées.

» En appelant, pour le point dont x, y, z sont les coordonnées rectangles, u, v, w les composantes de la vitesse suivant leurs directions, p la pression moyenne ou hydrostatique qui aurait lieu seule si le mouvement cessait, $N_1 = p_{xx}$, $T_1 = p_{yz}$ une pression normale et une pression tangentielle telles que les définissent la notation connue de M. Lamé et une autre notation indiquée par Coriolis, et adoptée finalement (1854) par Cauchy (notation que l'un de nous a toujours employée), M. Levy égale ces deux pressions N_1, T_1 à des fonctions linéaires des dérivées de tous les ordres de u, v, w par rapport à x, y, z. En exprimant la condition qu'elles soient composées avec les mêmes coefficients lorsqu'on opère un changement

quelconque de coordonnées rectangulaires, il montre que les dérivées d'ordre pair doivent disparaître; et il obtient, en faisant symboliquement

$$\frac{d^2.}{dx^2}+\frac{d^2.}{dy^2}+\frac{d^2.}{dz^2}=\Delta_2^1,\quad \Delta_2^1(\Delta_2^1.)=\Delta_2^2.,\quad \Delta_2^1(\Delta_2^2.)=\Delta_2^3,\ldots$$

les formules suivantes, où les ε sont des coefficients constants, et où les $\sum$ sont des sommes relatives à tous les nombres entiers possibles k :

$$\mathrm{N}_1=p_{xz}=p+2\varepsilon_0\frac{du}{dx}+2\sum\varepsilon_k\Delta_2^k\left(\frac{du}{dx}\right),$$

$$\mathrm{T}_1=p_{yz}=\varepsilon_0\left(\frac{dv}{dz}+\frac{dw}{dy}\right)+\sum\varepsilon_k\Delta_2^k\left(\frac{dv}{dx}+\frac{dw}{dy}\right).$$

Elles peuvent être obtenues également, ainsi que nous nous en sommes assurés, en supposant, avec tous les auteurs, les trois composantes Δu, Δv, Δw de la vitesse de rapprochement ou d'éloignement de deux molécules développées par la série de Taylor suivant les puissances des différences Δx, Δy, Δz de leurs coordonnées, et en calculant les pressions comme des résultantes de forces moléculaires, s'exerçant à travers une petite face intérieure, non pas au moyen de ces *intégrations autour d'un point*, par coordonnées angulaires, que Navier a pratiquées, mais en prenant ces *sommes* qui ont été considérées par Poisson et par Cauchy et qui ne prêtent à aucune objection.

» Nous trouvons donc exactes ces formules nouvelles et remarquables de M. Levy, quel que soit leur usage, et quoi qu'il puisse être de la dénomination *forces de viscosité*, par laquelle il désigne leurs parties *dynamiques* ou affectées des ε; dénomination qui nous paraît impropre, puisque l'air, où il s'en développe d'énergiques du même genre, n'est point visqueux, et que le frottement est aussi essentiel que la pression proprement dite dans tout fluide visqueux ou non, par cela seul qu'il est composé de molécules distinctes.

» La seconde donne pour le frottement sur une face horizontale à la profondeur z, dans un courant uniforme d'une largeur extrêmement grande par rapport à sa profondeur supposée constante, si l'on se borne aux dérivées du premier et du troisième ordre de la vitesse u dont le sens est celui des x

$$\mathrm{T}_3=p_{zx}=\frac{d}{dz}\left(\varepsilon_0 u+\varepsilon_1\frac{d^2u}{dz^2}\right).$$

» En égalant, pour exprimer l'uniformité du mouvement, cette force retardatrice T_3 sur l'unité superficielle de la force en question, à la force

motrice, qui a Πiz pour intensité, si i est la pente et Π le poids de l'unité de volume de l'eau, M. Levy intègre, et trouve

$$u = \frac{\Pi i z^2}{2\varepsilon_0} + A \cos z \sqrt{\frac{\varepsilon_0}{\varepsilon_1}} + B \sin z \sqrt{\frac{\varepsilon_0}{\varepsilon_1}} + C.$$

» Cette intégrale donne à M. Levy la possibilité, en disposant des constantes A, B, C et en faisant une certaine supposition sur le frottement du fond du courant, d'expliquer des faits qui, avec la formule du premier ordre $T_3 = \varepsilon_0 \frac{du}{dz}$, exigeraient qu'on fît varier, contre toute vraisemblance, le coefficient ε_0 du frottement avec la profondeur totale; et d'expliquer, aussi, comment la plus grande vitesse peut avoir lieu au-dessous de la surface du courant sans que le frottement de l'air y soit pour rien. Même, en supposant le rapport $\frac{\varepsilon_0}{\varepsilon_1}$ très-petit, ce qui lui semble probable et ce qui permet de remplacer le sinus par l'arc et le cosinus par l'unité, M. Levy arrive à une expression de la vitesse u exactement de même forme qu'une expression empirique par laquelle M. Bazin représente approximativement les vitesses qu'il a mesurées à diverses profondeurs.

» Cette concordance de la théorie nouvelle de M. Levy avec certains faits établit-elle, comme il le pense, sa vérité, ainsi que la nécessité de tenir compte des dérivées d'ordre supérieur des vitesses dans le calcul des pressions dynamiques lorsque les mouvements des fluides sont *continus et réguliers?* Nous n'en voyons point là une preuve irréfragable. Nous sommes même portés à croire avec Navier, qui n'a commis aucune erreur et qui ne s'est fait aucune illusion, que si sa théorie ne s'applique pas bien aux courants ordinaires, c'est que les mouvements y sont beaucoup plus compliqués que ceux qu'il a supposés en les établissant. Si, des expériences de M. Poiseuille, où les mouvements ont été réguliers, et auxquelles ces formules sont tout à fait applicables en supposant nulle la vitesse à la paroi, si, disons-nous, l'on cherche à en déduire ce qui aurait lieu dans le cas où le tuyau, au lieu d'être capillaire, aurait *un mètre* de rayon, l'on trouvera que pour une *pente* de 0,0003 seulement, la vitesse du filet central serait de 561 mètres par seconde. Or, comme l'a observé très-bien un des deux jeunes géomètres cités plus haut (*), bien avant que de pareilles vi-

(*) Mémoire de M. Boussinesq sur le *Rôle du frottement intérieur des fluides dans leurs mouvements réguliers;* approuvé par l'Académie et récemment imprimé au *Journal de Mathématiques pures et appliquées.*

tesses soient prises au milieu d'un courant, la loi des vitesses près des parois aura changé complétement; il s'y formera, même si les parois sont sensiblement lisses, de ces tourbillons qui deviennent si visibles et si considérables dans les lits rugueux, et qui, lancés des bords vers le milieu et du fond vers la surface, affectent partout les mouvements d'une sorte de périodicité irrégulière depuis longtemps remarquée. Il s'établit sans doute, en chaque endroit, une certaine moyenne de la vitesse d'écoulement, pour un temps fini assez court, et, aussi, une certaine moyenne de l'action d'une couche sur la couche contiguë. Mais, entre ce frottement et ces vitesses, il doit y avoir une tout autre relation que celle qu'on aurait avec les vitesses réelles et permanentes si les mouvements restaient tout à fait continus et réguliers.

» Peut-être parviendra-t-on un jour à établir cette relation par quelque calcul approximatif. Mais toujours peut-on déjà prévoir qu'elle est susceptible de varier avec la distance du fond et des parois où les tourbillons prennent naissance. Par là s'expliquerait facilement l'influence des diamètres des tuyaux et des profondeurs totales des courants sur le rapport qui peut y exister entre les frottements et les glissements. Et l'on pourrait expliquer par des considérations analogues la situation du filet de plus grande vitesse au-dessous de la surface supérieure, même quand il règne un vent de même vitesse que l'eau de cette surface; car les tourbillons qui sont lancés du fond, comme des corps flottants de même densité que l'eau, s'émergent un peu lorsqu'ils sont arrivés à la surface, en sorte qu'ils doivent, en retombant, y occasionner ce trouble tout particulier qu'a signalé M. Bazin, et pouvant constituer une cause de diminution de vitesse qui n'existerait pas au même degré un peu au-dessous de la surface.

» Malgré ces conjectures, que nous avons dû énoncer, l'on doit fortement savoir gré à M. Levy d'avoir cherché à expliquer les faits sans sortir de cette supposition de régularité et de continuité dans les mouvements, qui est une condition nécessaire de l'application d'une analyse complétement mathématique, et qui s'observe toujours *en moyenne* à un certain degré. Dans une matière si délicate et si ardue, ce n'est pas trop du concours de toutes les tentatives, et de la comparaison des résultats qui peuvent s'obtenir en se plaçant à des points de vue divers. Il n'est pas impossible que les dérivées des vitesses, d'ordre supérieur au premier, aient une certaine influence; et l'on sait que c'est en tenant compte de tous les termes de développements dont il n'avait fait d'abord entrer que les premiers termes

dans ses calculs, que Cauchy est parvenu à expliquer, dans la théorie de la lumière, certains faits qui échappaient à ses premières investigations.

» Vos Commissaires trouvent en définitive que M. Levy a tiré très-habilement et très-rationnellement les conséquences du principe fort acceptable qu'il a adopté; et, sous la réserve des doutes qu'ils ont dû exprimer sur l'avenir de ses recherches, ils regardent son remarquable travail comme très-digne de votre approbation et de l'insertion au *Recueil des Savants étrangers.* »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur le mouvement de la température dans le corps compris entre deux cylindres circulaires excentriques et dans des cylindres lemniscatiques.* Mémoire de **M. Ém. Mathieu.** (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Liouville, Serret, O. Bonnet.)

« Si l'on se propose de trouver le mouvement de la température dans un cylindre droit, dont la base est donnée, ainsi que la hauteur, et dont la surface est entretenue à une même température, ou rayonne dans un milieu d'une température donnée, on commencera par résoudre ce problème dans la supposition que ce cylindre est indéfini et que la température initiale est la même tout le long d'une droite parallèle aux génératrices. Alors, on passera de ce cas particulier au cas proposé, en suivant constamment la même marche quelle que soit la nature de la section.

» Ainsi voulant étudier le mouvement de la température dans le corps compris entre deux cylindres droits circulaires excentriques, ou entre deux cylindres droits dont les bases sont des lemniscates de mêmes pôles, il nous suffit de les imaginer indéfinis et de supposer que, dans l'intérieur de ce corps, la température soit la même sur une droite parallèle aux génératrices.

» Dans toutes les questions de distribution de la chaleur, on commence par chercher une solution dite *simple*, qui ne dépend du temps que par un facteur qui le renferme en exposant et qui satisfait au problème, abstraction faite des conditions initiales; la solution générale est toujours la somme d'une infinité de solutions particulières.

» Or, dans tous les problèmes traités jusqu'à présent, la solution simple

jouit d'une propriété très-remarquable. En effet, dès que l'on adopte les coordonnées thermométriques de M. Lamé, cette solution simple est le produit de deux ou trois facteurs qui contiennent chacun une seule des deux ou trois coordonnées thermométriques. C'est ce que l'on reconnaît quand on considère la distribution de la chaleur dans une sphère ou dans un cylindre de révolution, questions traitées dans toute leur généralité par Laplace et Poisson. C'est le résultat auquel est arrivé M. Lamé, quand il a résolu le problème de l'équilibre de température dans l'ellipsoïde; c'est ce que l'on trouverait encore pour le mouvement de la température dans le cylindre elliptique et dans l'ellipsoïde, si l'on suppose toutefois, dans ces deux dernières questions, que les surfaces sont entretenues à une même température, mais non plus si elles rayonnent dans l'espace : ce qui amène une distinction que l'on n'avait pas à faire pour la sphère et le cylindre de révolution.

» Cette propriété de la solution simple donne une grande facilité pour la déterminer; car dès que cette forme est admise, on reconnaît que les facteurs qui la composent satisfont chacun à une équation différentielle du second ordre, et l'étude de la solution simple est ramenée à celle de ces équations différentielles et à la détermination de certaines constantes qui y entrent et qu'on obtient par des conditions relatives à la surface du corps ou par l'obligation de la solution à satisfaire à certaines lois de périodicité.

» Mais lorsqu'on considère d'autres corps, la solution simple n'a plus cette forme élégante, même lorsque la surface est entretenue à une même température, et sa recherche présente une difficulté d'un genre nouveau, que j'ai résolue pour les deux corps cités dans le Mémoire que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie, et qui paraîtra bientôt dans le *Journal de Mathématiques pures et appliquées*.

» On sait que Sturm a étudié les solutions des équations différentielles du second ordre, non en considérant la forme de ces solutions, mais en examinant les équations différentielles elles-mêmes. On verra que, dans ce Mémoire, j'ai été pareillement conduit à étudier les solutions de mes recherches d'après les équations mêmes auxquelles elles satisfont; seulement ce ne sont plus des équations différentielles ordinaires, mais elles sont aux différences partielles. D'ailleurs les considérations que j'emploie ne sont pas particulières au problème que je résous et pourraient servir à beaucoup d'autres.

» Je prouve aussi que, lorsqu'on transforme en coordonnées curvilignes

les équations aux deux différences partielles qui régissent l'équilibre ou le mouvement de la température des corps et leurs mouvements vibratoires, ces équations transformées pourront cesser d'être exactes sur certaines lignes ou certaines surfaces de l'intérieur de ces corps, et que si on les intégrait sans y prendre attention, on arriverait à des formules tout à fait inexactes. Ces dernières remarques me semblent utiles et n'avaient pas encore été faites. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Nouvel essai de fabrication d'acier Bessemer au tungstène*. Note de **M. Leguen**, présentée par M. Fremy.

(Renvoi à la Section de Chimie.)

« Une Note insérée aux *Comptes rendus* de 1867 (1) explique le procédé que j'avais mis en œuvre pour fabriquer de l'acier Bessemer au tungstène, en recarburant le métal dans le convertisseur par l'addition d'une fonte grise de qualité médiocre, que le wolfram avait améliorée. Cet acier, façonné en rails de chemins de fer, en ressorts pour wagons, etc., a figuré à l'Exposition universelle de 1867.

» Il y avait une expérience intéressante à tenter dans des conditions analogues, en alliant le tungstène non plus avec une fonte quelconque, mais à la fonte blanche lamelleuse servant habituellement à la recarburation. J'ai exécuté cet essai à l'usine de Terre-Noire, où l'on fabrique principalement des rails en acier Bessemer. La fonte grise employée à cet usage y provient de minerais reçus en majeure partie de Mokta (près de Bône, en Algérie); à sa sortie du haut fourneau, elle est portée directement dans la cornue. La blanche est de la fonte miroitante de Saint-Louis, qu'on refond dans un four à réverbère avant de la verser sur le fer brûlé. Je me suis conformé à la pratique de l'établissement pour le choix, les proportions des deux fontes et la destination de l'acier.

» Nous commençâmes par surcharger de tungstène une certaine quantité de fonte blanche, en suivant la méthode indiquée dans les *Comptes rendus* de 1866 (2), c'est-à-dire en effectuant la combinaison dans un cubilot, au moyen d'agglomérés de wolfram. Nous eûmes ainsi un alliage contenant 9,21 de tungstène pour 100, et il fut procédé à l'opération Bessemer. A 3150 kilogrammes de fonte grise de première fusion, décarburés dans le convertisseur, on ajouta $\frac{1}{10}$ du même poids de fonte alliée. Tout

(1) 1er semestre, p. 619.

(2) 2e semestre, p. 967.

se passa comme d'habitude, sauf la décarburation qui fut poussée au delà des limites accoutumées, comme pour obtenir un acier beaucoup plus doux, afin de voir si la présence du tungstène suppléerait à la diminution du carbone. D'après l'analyse, la teneur en carbone se réduisit à moitié environ de ce qu'elle est le plus généralement, à cette usine, dans l'acier pour rails. Le déchet du métal s'éleva au dixième du poids des deux fontes.

» La proportion de tungstène dans l'acier produit, dosée au laboratoire de l'École des Mines, est de 0,558 pour 100; elle eût été de 0,837 s'il n'y avait pas eu de perte. La différence de ces deux nombres, égale au tiers du second, représente la portion scorifiée dans le four à réverbère et le convertisseur. La déperdition avait été plus grande à Imphy, sans doute parce qu'on y relève un instant l'appareil après l'introduction de la fonte recarburante, tandis qu'à Terre-Noire on ne le relève pas. Il est même probable, à cause de cette circonstance, qu'ici l'oxydation provient presque uniquement du four à réverbère. Le laminage des lingots n'offrit rien de particulier. Les rails reçurent le profil adopté par la ligne de l'Est, et après leur achèvement, ils furent expédiés à Paris, à la gare de Strasbourg, dont l'administration les soumit, dans ses ateliers, aux épreuves de pression, de choc, et, en outre, à des essais de forgeage et de trempe. L'ingénieur qui a dirigé ce travail a eu l'obligeance de me remettre là-dessus une Note dont voici le résumé :

« Les rails au wolfram éprouvés à la gare de l'Est doivent être classés » parmi les rails les plus doux ayant une grande résistance vive.

» Travaillé à la forge et au marteau à devant, cet acier ne s'est pas dénaturé, et l'on en a confectionné des burins d'une résistance remarquable.

» Pour se rendre compte de l'effet de la trempe, on a forgé, en outre, des » barreaux de 25 millimètres de côté; chaque barreau a été trempé au » rouge cerise, après qu'on en eut détaché un fragment. Le grain assez » gros, blanc et brillant avec quelques arrachements avant la trempe, est » devenu, après cette opération, très-fin, gris et velouté. Ce résultat est » obtenu avec les aciers les plus vifs de Terre-Noire, et ces aciers sont alors » généralement trop cassants pour rails, tandis que ceux au wolfram ont » présenté une très-grande résistance, bien que cette matière se trempe par- » faitement. »

» Il résulte de ces observations que l'acier au tungstène peut à la fois être très-doux, très-résistant, et prendre une belle trempe, propriétés qui trouveraient leur application dans l'industrie. On en tirerait avantageusement parti, par exemple, pour tremper, sur certains points déterminés,

certaines pièces de machines, sans altérer la douceur de l'acier dans les autres parties.

» Afin de connaître la durée comparative de ces rails, l'administration de la ligne de l'Est va les faire mettre en expérience sur la voie, à l'un des points qui fatiguent le plus.

» Leur principal inconvénient tient à la cherté de l'alliage, cherté d'autant plus grande relativement que l'acier ordinaire pour rails coûte très-peu. Il n'y a pourtant aucun rapport entre l'accroissement de prix dû au tungstène et la valeur commerciale de ce métal qui, obtenu pur par la décomposition de l'acide tungstique, se vend 1ᶠ 50ᶜ le gramme. A ce taux, la quantité qui s'en trouve dans 100 kilogrammes de nos rails vaudrait 837 francs, et le mètre courant, dont le poids est de 35^{kil}, 853, en contiendrait pour 299ᶠ 80ᶜ. En comparaison de ces énormes chiffres, le renchérissement dont nous parlons est presque nul, parce que le mode de réduction diffère absolument. Ici le tungstène, révivifié par l'action du charbon sur le minerai, reste mélangé avec le fer, le manganèse, un peu de quartz, de la gangue et une certaine dose du charbon réducteur. La dépense est beaucoup moindre qu'en isolant le métal à l'état de pureté, sans que la facilité pour le combiner avec la fonte en soit affaiblie. Voici une estimation de la différence maxima des prix de revient, différence causée par l'achat du wolfram, son agglomération et la formation de l'alliage. La dépense pour agglomérer est minime; quant à l'alliage, il y a une simplification économique à faire. En effet, plusieurs usines ont déjà remplacé par des cubilots les fours à réverbère servant à fondre la fonte recarburante; or, rien n'empêche de préparer l'alliage dans ces cubilots, pour le verser immédiatement dans le convertisseur. On supprimerait ainsi une fusion et les pertes de tungstène dans le four à réverbère. Avec cette marche et les précautions que j'ai indiquées ailleurs, le déchet de tungstène ne dépasserait pas le tiers de la quantité mise dans le cubilot. Mais, afin de comprendre dans une même évaluation tous les frais accessoires, supposons-les représentés par la valeur d'une quantité de tungstène double de celle qui existe dans l'acier produit; l'excédant de dépense, ainsi calculé, sera plutôt au-dessus qu'au-dessous de ce qu'il est réellement.

» En comptant sur cette base, au prix de 2ᶠ 30ᶜ le kilogramme du wolfram employé, contenant 67 pour 100 de tungstène, on trouve une augmentation de 3ᶠ 80ᶜ par 100 kilogrammes et de 1ᶠ 44ᶜ par mètre courant pour l'acier de nos rails. Cette différence ne serait pas plus grande avec des aciers de qualité supérieure, et se trouverait largement compensée par l'amélioration que produirait le tungstène. »

GÉOLOGIE. — *Exploration orographique des contrées mexicaines (Californie et Mexique) de 1864 à 1867; par* **M. E. Guillemin-Tarayre.** Mémoire présenté par M. Ch. Sainte-Claire Deville.

(Commissaires : MM. Élie de Beaumont, Boussingault, Combes, Ch. Sainte-Claire Deville.)

« La mission qui me fut confiée en 1864, par M. le Ministre de l'Instruction publique, au nom de la Commission scientifique du Mexique, avait pour but de reconnaître et de décrire, au point de vue géologique et minéralogique, les gisements minéraux dont les contrées de l'Amérique du Nord comprises entre le 41^e et le 19^e degré de latitude N. offrent des exemples si multipliés. A cette étude se rattachaient les divers sujets d'observation que comporte d'ordinaire le programme d'une exploration de ce genre.

» Après avoir atteint la Californie, par les Antilles et Panama, j'employai les premiers mois de mon séjour sur le continent américain à parcourir les nouveaux centres de production de l'argent dans l'État de Nevada. Les mines de Washoë, d'Austin, d'Aurora, du comté d'Humboldt, etc. ont été successivement visitées. On sait que ces exploitations, conquêtes nouvelles de l'industrie nord-américaine sur les plateaux déserts et arides du Nouveau-Mexique, ont acquis en moins de dix ans, un chiffre de production qui atteint presque celui du Mexique, et qui s'est élevé à près de 400 tonnes d'argent pendant la dernière année.

» L'étude des filons de cette région m'a indiqué deux directions rectangulaires pour l'enrichissement des veines métallifères : une direction N. O., en relation avec les porphyres dioritiques, et une direction N. E., pour les filons encaissés dans les granites; l'allure des gîtes minéraux est intimement liée aux divers soulèvements et aux accidents géognostiques qui ont modelé le relief de la cuvette continentale à laquelle le général Fremont a donné le nom de *Grand-Bassin*.

» A l'appui de mes observations, j'adressai, dès les premiers mois de 1865, à la Commission du Mexique une collection nombreuse d'échantillons de roches et de minéraux, plusieurs Mémoires et Cartes qui font partie des matériaux que je soumets aujourd'hui à l'Académie.

» Les mines de Californie furent visitées pendant l'hiver et le printemps suivant. La disposition si nette des zones minérales, distribuées suivant des alignements parallèles à l'axe de soulèvement de la Sierra-Nevada, a été reconnue : les filons de quartz aurifère forment un faisceau non interrompu

qui s'étend suivant la région de contact des terrains secondaires et des roches cristallines (diorite, syénite, granite) qui constituent le noyau de la chaîne. Les enrichissements d'or se sont plus fréquemment introduits dans la masse des schistes que dans les quartz des filons. La présence des diorites et des serpentines joue également un rôle important dans la distribution du métal précieux. La zone du cuivre s'étend au pied de la Sierra, et se trouve signalée par la présence des trapps. Dans un second bourrelet montagneux, parallèle à la grande chaîne et plus rapprochée de l'Océan (Coast-Range), se montrent les dépôts de lignite, de borax, de pétrole, d'oxyde d'étain et de cinabre.

» Les caractères minéralogiques de ces divers gisements et leur situation respective au milieu des masses géologiques ont été fixés dans trois cartes géologiques, par des planches et des Mémoires qui résument l'exposé des travaux de la première partie du voyage.

» De la haute Californie, je passai dans la longue péninsule de la basse Californie qui lui fait suite. On y retrouve les roches granitiques dessinant une chaîne médiane en prolongement direct sur la Sierra-Nevada, puis les mines d'argent occupant, avec des porphyres, le versant oriental, tandis que, sur le versant opposé, les placers se représentent au milieu des schistes secondaires. La Sierra-Nevada, avec son prolongement en basse Californie, mesure un arc de grand cercle de 2400 kilomètres de longueur, et conserve, comme on le sait, sur toute cette distance un caractère géognostique constant, digne de fixer l'attention des minéralogistes.

» L'exploration du Mexique, entreprise de 1865 à 1867, me fit parcourir les côtes de la Sonora, du Sinaloa, pénétrer à l'intérieur par San-Blas, les mines du Jalisco et Guadalajara, puis gagner Mexico, d'où je repartis pour atteindre l'extrémité nord du pays à Chihuahua; j'explorai ensuite la Sierra-Madre du Pacifique et les hauts plateaux intérieurs autour des exploitations de Durango, Zacatecas, San-Luis-Potosi, Catorce, Guanajuato, Real-del-Monte, etc.

» Un itinéraire de près de 9000 kilomètres me permit de reconnaître la constitution topographique et géologique du Mexique, qui m'apparut bien différente de ce qu'on la croit généralement. Je ne trouvais point cette grande chaîne médiane qui dessine sur toutes nos cartes une sorte d'épine dorsale de l'Amérique; c'est, au contraire, une surface de plateaux limités vers les deux mers par des chaînes parallèles.

» Du côté du golfe, les plateaux sont soutenus par une chaîne côtière; elle traverse l'État de Oajaca, où elle se signale par la cime du Cempoal-

tepec, se continue jusqu'aux Cumbres, supporte le volcan d'Orizaba, le Coffre de Perote, se poursuit, sous le nom de Sierra-Madre, au nord de l'État de Vera-Cruz, et se propage en rameaux parallèles jusqu'au Rio-Grande-del-Norte. Cette chaîne, avec ses plis latéraux, forme une suite naturelle de gradins, sur lesquels on rencontre ces climats variant avec l'altitude, et désignés dans le langage local par les noms de *tierras calientes, templadas y frias*.

» Au sud, les plateaux sont limités par une ligne remarquable de volcans, dirigée de l'est à l'ouest. Cette ligne, que M. de Humboldt a le premier signalée à l'attention des géologues, ne forme pas une chaîne continue, mais elle marque le sens général du revers sud des plateaux intérieurs vers l'océan Pacifique.

» La région comprise dans l'angle formé par la rencontre de la Cordillière volcanique avec la Sierra-Madre du golfe est précisément la fameuse *Mesa d'Anahuac*, qui renferme la vallée ou plutôt le bassin de Mexico. Le niveau du sol de cette ville est placé à 2275 mètres d'altitude. Le niveau moyen des plateaux, vers le centre, varie de 1800 à 1900 mètres, et l'altitude diminue vers le nord du Mexique : elle n'est plus que de 1400 mètres autour de Chihuahua et de moins de 1200 mètres auprès du Paso-del-Norte.

» Du côté du Pacifique, les plateaux sont limités par la grande chaîne de la Sierra-Madre occidentale, qui s'étend sans interruption depuis l'Arizona jusqu'au Rio-Grande de Santiago, près de Guadalajara; ce massif orographique est parallèle à la sierra du golfe et affecte la même orientation que la Sierra-Nevada de Californie, de telle sorte que ces trois grandes chaînes appartiennent à un même système de soulèvement, qui se rapporte à un des grands cercles du système pentagonal de M. Élie de Beaumont. L'intérieur des plateaux possède, comme mouvements orographiques, des chaînons assez rapprochés vers le centre, et qui deviennent plus espacés et plus isolés à mesure que l'on s'engage vers le nord.

» Muni d'excellents instruments du dépôt de la Marine, j'ai pu fixer mon itinéraire par des triangulations et par un grand nombre de stations déterminées astronomiquement; l'hypsométrie s'est enrichie de 4000 cotes de niveau, déterminées au baromètre Fortin. M. le Ministre de l'Instruction publique, appréciant l'importance de ce travail et l'intérêt qu'il y aurait de résumer les connaissances géographiques acquises sur le Mexique, me chargea, par un arrêté du 14 janvier dernier, de préparer l'établissement d'une carte générale du Mexique, et M. le Ministre de la Guerre voulut bien m'autoriser à puiser dans les documents topographiques du corps expédi-

tionnaire. Par les travaux orographiques dont je viens de donner une idée, les déterminations géologiques et minéralogiques de mon voyage auront ainsi une base fixe, où elles pourront prendre leur véritable signification.

» Les observations et les fossiles recueillis pendant mon voyage me permettront de combler plusieurs lacunes que présente la stratigraphie mexicaine et d'étendre le champ des déterminations; à côté de cette vaste étude des terrains sédimentaires, il s'en présente une autre d'une extrême importance, c'est celle des roches métamorphiques : elles se font remarquer par la vaste étendue qu'elles occupent, par les variétés qu'elles présentent et par les propriétés métallifères qui distinguent certaines d'entre elles.

» Dans une prochaine Note, j'exposerai les résultats géologiques obtenus sur le parcours de mon itinéraire, et je décrirai rapidement les diverses formations qui composent les plateaux et les chaînes. »

M. de Caligny fait hommage à l'Académie d'une planche lithographiée, contenant les dessins des divers moteurs hydrauliques dont il l'a déjà entretenue à diverses reprises. Cette planche est accompagnée d'une Note sur les précautions à prendre pour construire des moteurs hydrauliques à flotteur oscillant, ou à piston oscillant, en vertu du mouvement acquis d'une colonne liquide, quand ils doivent avoir une grande puissance. Après avoir rappelé les divers Rapports qui ont été faits sur ces moteurs, et les écrits dans lesquels ils sont appréciés ou décrits, l'auteur ajoute : « Depuis que j'ai présenté ces moteurs à l'Académie, j'ai trouvé d'autres moyens d'élever l'eau dans les mêmes circonstances, sans employer ni piston ni pompe; mais j'ai pensé qu'il était utile, pour fixer les idées relativement aux services qu'ils pourront rendre dans des conditions mieux appropriées à leur principe, de rappeler que, sans s'arrêter, ils ont fait marcher des pompes élevant l'eau à des hauteurs variables, au moyen d'une chute variable dans des limites très-étendues. »

(Commissaires : MM. Combes, Phillips, de Saint-Venant.)

M. Blanchard transmet à l'Académie quelques nouveaux documents relatifs à la plante désignée sous le nom de *Cou-den*, dont il lui avait adressé des échantillons de racines (*Comptes rendus*, 1868, t. LXVII, p. 556). Le nom de Cou-den, ou *Coûi-dean*, est donné à plusieurs espèces du genre *Croton*. Cinq espèces de ce genre présentent, dans l'écorce de leurs racines, des propriétés à peu près identiques, et la thérapeutique indigène les emploie indifféremment dans les mêmes maladies, dyssenterie et dyspepsie :

« L'emploi de 20 à 50 grammes par jour, en trois ou quatre infusions, a pour effet de calmer les douleurs intestinales. Comme le cubèbe, le *coûi-dean* est un violent excitant du tube digestif, mais il ne détermine pas de diarrhée; il a même pour propriété de la couper ou de l'atténuer. A un malade atteint de fièvre et de dyssenterie, on peut administrer la quinine, sans en craindre les effets purgatifs, si l'on administre en même temps le coûi-dean. »

(Commissaires précédemment nommés : MM. Bussy, Wurtz, Cahours.)

M. Gaube adresse une Note concernant « la clématine, le sulfate neutre de clématine et la clématite ». L'auteur donne le nom de *clématine* à un principe qui s'extrait de la *Clematis vitalba;* ce principe est alcalin, et peut former avec l'acide sulfurique un composé cristallisant en aiguilles hexagonales. Les substances dont l'auteur a pu manifester la présence dans la clématite sont : 1° une huile essentielle, à laquelle elle doit des propriétés semblables à celles du garou; 2° du tannin et des substances mucilagineuses; 3° des sels terreux en petite quantité; 4° la clématine ou l'un de ses sels.

(Renvoi à la Section de Chimie.)

M. Zaliwski-Mikorski soumet au jugement de l'Académie une modification de la pile voltaïque, dont les électrodes consistent en une lame de charbon et une lame de cuivre, plongeant dans un mélange d'acide sulfurique et d'acide azotique étendus d'eau.

(Renvoi à la Section de Physique.)

M. Patau adresse une « Théorie de la chaleur et de la lumière ».

(Renvoi à la Section de Physique.)

M. A. Thélu adresse quelques documents sur ses essais relatifs à la culture de la pomme de terre.

Cette Note sera soumise, ainsi que la précédente, à la Section d'Économie rurale.

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre de l'Instruction publique adresse une ampliation du Décret impérial, rendu le 24 février 1869, par lequel l'Académie est auto-

risée à accepter la donation faite par les Dames Delessert, Hottinguer et Bartholdi, veuve et filles de feu François Delessert, de la Bibliothèque botanique successivement fondée, entretenue et continuée par Benjamin et François Delessert, sous la condition que cette Collection sera installée dans une salle distincte de la Bibliothèque de l'Institut, sous le nom de *Bibliothèque botanique Delessert*.

Cette pièce sera transmise à la Commission administrative.

M. le Directeur général des Douanes adresse, pour la Bibliothèque de l'Institut, le Tableau général des mouvements du cabotage en 1867, qui forme la suite et le complément du Tableau du commerce de la France pendant la même année.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un ouvrage de *M. Quetelet*, intitulé : « Physique sociale, ou Essai sur le développement des facultés de l'homme ». « Cet ouvrage, dit l'auteur dans la Lettre d'envoi, renferme le travail de toute ma vie, car c'est pendant ma jeunesse, qu'animé par les sentiments de bienveillance de Laplace, Fourier, Poisson, j'osai entreprendre ce qui était, sans doute, au-dessus de mes forces. Je donne aujourd'hui ce que j'ai pu obtenir... »

2° Une traduction de l'ouvrage de *M. Otto*: « Instruction sur la recherche des poisons et la détermination des taches de sang dans les expertises chimico-légales »; par *M. Strohl*. Cette traduction est faite sur la troisième édition allemande.

3° Une brochure de M. l'abbé *Moigno* : « Science anglaise, son bilan au mois d'août 1868. Réunion à Norwich de l'Association britannique pour l'avancement des sciences ».

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Note sur les appareils de distribution à deux tiroirs des machines à vapeur.* Note de **M. Deprez**, présentée par M. Combes.

« Les inconvénients inhérents à l'emploi du tiroir simple à recouvrements, mû par un excentrique circulaire, quand on veut lui faire produire des détentes un peu prolongées, ont conduit depuis longtemps les constructeurs à avoir recours à deux tiroirs superposés, menés chacun par un excentrique, de calage et de rayon déterminés. Le tiroir qui glisse immédia-

tement sur la plaque des lumières, que j'appellerai *tiroir principal*, est le tiroir ordinaire avec ou sans recouvrements, légèrement modifié dans sa forme. La vapeur ne peut arriver aux lumières du cylindre qu'en passant par des canaux pratiqués dans l'épaisseur des rebords de ce tiroir. Sur sa face supérieure, glisse une plaque ou glissière, dont la fonction est de fermer en temps utile les canaux pratiqués dans le tiroir principal. Ce dernier est conduit par un excentrique dont les éléments sont déterminés, comme d'habitude, de façon à admettre la vapeur motrice au point mort et à prolonger l'admission pendant presque toute la course. Quant à la glissière, elle doit satisfaire aux conditions suivantes : le piston étant, par exemple, à l'extrémité gauche de sa course, la glissière doit avoir démasqué la lumière de gauche du tiroir principal; elle doit la fermer en un point quelconque de la course du piston, déterminé d'avance; enfin elle ne doit pas la rouvrir avant que le tiroir principal aît fermé la lumière de gauche du cylindre. Pour pouvoir remplir ces conditions, il faut connaître la loi du mouvement relatif de la glissière, par rapport au tiroir principal.

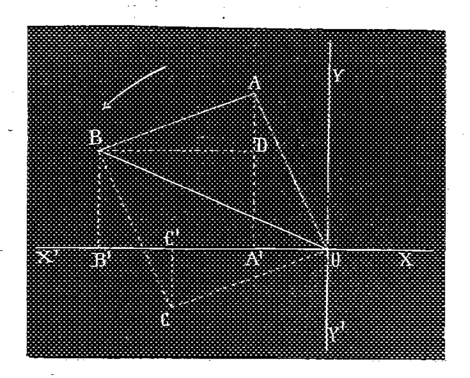
» Voici à ce sujet un théorème très-simple que je crois nouveau :

« Si l'on considère le rayon de l'excentrique principal et le rayon de
» l'excentrique de la glissière comme étant respectivement le côté et la
» diagonale d'un parallélogramme, et que l'on construise ce parallélo-
» gramme, la projection orthogonale sur l'axe de la machine du côté ad-
» jacent aux deux rayons d'excentrique représentera la distance des centres
» de symétrie du tiroir principal et de la glissière. »

» Cela revient à dire que le mouvement relatif de la glissière, par rapport au tiroir principal, est le même que si, ce dernier étant fixe, la glissière était mue par un troisième excentrique, dont le rayon serait représenté en grandeur et en direction par le second côté du parallélogramme qui vient d'être défini. Je désigne ce troisième excentrique sous le nom d'*excentrique fictif*.

» Soient : OX la direction de la manivelle motrice quand le piston est à l'extrémité de sa course; OA le rayon de l'excentrique principal; OB le rayon de l'excentrique de la glissière. Si nous négligeons l'influence de la longueur des barres d'excentriques, ce qui est permis en pratique, les distances du tiroir et de la glissière à leur position moyenne seront respectivement égales à OA′ et OB′, projections orthogonales de OA et OB sur OX. La distance des centres de symétrie du tiroir et de la glissière sera donc égale à $A'B' = BD$. Construisons le parallélogramme OABC et projetons orthogonalement le point C en C′; il est facile de voir que le triangle

rectangle OCC′ sera égal au triangle ABD, à cause de AB = OC et de l'angle ABD = C′OC. Donc OC′ = BD = B′A′.



» La démonstration analytique de ce théorème est également simple. Le mouvement relatif des deux tiroirs étant ainsi ramené au mouvement absolu d'un tiroir simple, mû par un excentrique circulaire, il est très-facile d'étudier complétement la distribution produite, soit par le calcul, soit par des tracés graphiques tels que celui de M. Zeuner ou le mien (1). On peut donc déterminer très-rapidement les éléments de l'excentrique de détente, de manière à satisfaire aux conditions qui ont été énoncées plus haut. Ce théorème simplifie beaucoup l'étude des appareils tels que celui de Meyer, l'appareil de Polonceau à double cylindre, etc. Dans le cas où les tiroirs seraient menés par des coulisses de Stephenson, cela n'offrirait aucune difficulté, puisque l'on peut toujours ramener le mouvement produit par un point quelconque d'une coulisse à celui que produirait un excentrique circulaire. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur la constitution du toluène et des alcaloïdes qui en dérivent.* Note de M. A. ROSENSTIEHL, présentée par M. Balard.

« La transformation du toluène en deux alcaloïdes isomères et de même point d'ébullition semble devoir donner des renseignements précieux sur la constitution des hydrocarbures homologues de la benzine. La question que je chercherai à résoudre dans ce Mémoire est celle-ci : « Le toluène, » tel qu'il est connu aujourd'hui, est-il un mélange de deux hydrocarbures

(1) *Voir* à ce sujet l'ouvrage de M. Combes intitulé : *Études sur la Distribution de la vapeur dans les machines au moyen d'un tiroir unique.*

» isomères, qui donneraient naissance aux deux toluidines? ou bien, le
» toluène est-il un principe immédiat unique, qui, sous l'action diverse
» de l'acide nitrique, se convertit en deux dérivés nitrés différents?... »

» J'ai cherché d'abord à convertir chacune des toluidines en toluène, et à faire l'étude comparative des produits. La méthode que j'ai essayé d'appliquer est celle que l'on doit à M. Hofmann, et qui repose sur la conversion des alcaloïdes en cyanures du même radical : à l'aide de ce cyanure, on passe à l'acide de la série homologue supérieure. La distillation sèche des toluates obtenus aurait fourni du toluène. Comme M. Hofmann a décrit les dérivés qu'il a obtenus avec la toluidine, je me bornerai ici à mentionner les produits obtenus avec la pseudotoluidine. Le formiate de cet alcaloïde, soumis à la distillation sèche, se convertit en eau et en formiamide correspondante; en même temps, une notable portion de cette dernière se décompose en oxyde de carbone et en pseudotoluidine. La pseudotoluylformiamide cristallise en belles paillettes nacrées, fort peu solubles dans l'eau, mais aisément solubles dans une dissolution de formiate de pseudotoluidine.

» Elle fond vers 50° C. et est solide à 30 degrés. Pendant le refroidissement, le thermomètre reste un instant stationnaire à 44°,4. Son analyse conduit à la formule

$$\text{Az}\left\{\begin{array}{l}\text{CHO}\\ \text{C}^7\text{H}^7\,(\beta)\\ \text{H}\end{array}\right.$$

» Soumise à la distillation sèche, elle se décompose en grande partie en CO et $\text{C}^7\text{H}^9\text{Az}\,(\beta)$.

» Le même dédoublement a lieu si on la distille avec l'anhydride phosphorique, le chlorure de zinc fondu ou l'acide chlorhydrique fumant; on observe en même temps la formation d'une substance neutre, dont l'odeur rappelle celle des cyanures. Ce corps bout entre 205 et 210 degrés, dégage de l'ammoniaque par une ébullition prolongée avec la potasse alcoolique; la solution alcaline, saturée par un acide, laisse déposer des paillettes cristallisées d'un acide sublimable, qui paraît être l'un des acides toluiques. Malheureusement le rendement est très-faible. Quoique j'aie sacrifié beaucoup de matière, il m'a été impossible de me procurer assez de cet acide pour en faire une étude comparative, encore moins pour le convertir en toluène. J'en étais là de mes recherches, quand M. Berthelot me fit demander un échantillon de pseudotoluidine pure, dans l'intention d'en opérer la réduction par l'acide iodhydrique, à l'aide de la méthode de

réduction dont il est l'auteur. Il a obtenu des résultats décisifs, et il a eu la générosité de mettre à ma disposition ceux qui rentrent dans le cadre de ce travail. (*Voir* plus loin la Lettre de M. Berthelot, datée du 5 décembre 1868.)

» La méthode de réduction par l'acide iodhydrique a donc fait faire un pas important à la question qui me préoccupait, et ce résultat a été atteint en peu de jours et avec une petite quantité de matière. J'ajouterai encore un mot relatif à la formation de benzine observée par M. Berthelot. La pseudotoluidine qui a servi aux expériences mentionnées ne pouvait pas contenir d'aniline; si la benzine se trouve parmi les produits de la réduction, elle résulte sans doute d'un dédoublement de l'alcaloïde. J'ai annoncé, dans un précédent Mémoire, que les agents d'oxydation (acide arsénique) occasionnent la formation d'un peu d'aniline aux dépens de la pseudotoluidine; la formation de rosaniline et de pseudorosaniline, avec la toluidine liquide de M. Coupier, est un fait de même ordre.

» La pseudotoluidine, en donnant un dérivé de G^6H^6, doit nécessairement en produire un autre plus riche en carbone, mais que je n'ai pas encore su saisir. M. Berthelot m'annonce aussi que « le toluène régénéré est » accompagné par une quantité faible, mais sensible, de carbures plus » condensés et volatils jusqu'à 200 degrés et au-dessus. »

» Je reviens au toluène. Le fait de la formation de deux dérivés différents avec le même hydrocarbure devait être vérifié par un plus grand nombre d'expériences. M. Berthelot a examiné : 1° du toluène ayant subi l'action de la chaleur rouge; 2° du toluène provenant de la décomposition, au rouge, du xylène; et il a pu constater la formation, dans les deux cas, de toluidine et de pseudotoluidine, par la réduction des dérivés nitrés.

» Il m'a paru nécessaire de tenter les mêmes expériences avec le toluène obtenu par synthèse par le procédé de MM. Fittig et Tollens. Ces chimistes annoncent que leur toluène est identique avec celui du goudron, parce qu'il peut être transformé en toluidine de MM. Muspratt et Hofmann. D'après mes expériences, il fallait, pour que l'identité fût complète, que le produit de MM. Fittig et Tollens pût fournir non-seulement de la toluidine, mais aussi la pseudotoluidine. J'ai préparé et isolé en nature les deux alcaloïdes obtenus avec le toluène d'origine synthétique.

» Le même résultat a été atteint en traitant le toluène provenant de la distillation sèche du baume de Tolu. La conclusion de tous ces faits est presque forcée. Sept échantillons de toluène obtenus par autant de méthodes différentes ont donné le même résultat : un nitrotoluène cristallisé

correspondant à la toluidine et un nitrotoluène liquide correspondant à la pseudotoluidine. Il m'a semblé cependant qu'il fallait une preuve de plus. Les différents toluènes sur lesquels on avait opéré pouvaient tous avoir été un mélange de deux toluènes isomères; pour écarter cette hypothèse, je me suis attaché à étudier avec soin l'action de l'acide nitrique sur un seul et même toluène; j'ai choisi celui du goudron, dont M. Coupier m'avait abondamment pourvu. Si cet hydrocarbure était un mélange, il devait me donner, par les méthodes les plus variées, toujours la même proportion des deux nitrotoluènes. Pour que cette partie de mon travail pût être effectuée avec succès, et donner des résultats concluants, il fallait une méthode rapide et exacte de dosage des deux toluidines. Je décrirai ailleurs une méthode volumétrique, sensible et exacte, qui m'a permis de doser la toluidine et la pseudotoluidine dans un mélange. Nous avons fait, M. Nikiforoff et moi, l'analyse d'un grand nombre d'alcaloïdes obtenus par réduction des nitrotoluènes, préparés dans les conditions les plus diverses, et nous avons constaté les faits suivants :

» 1° Il se forme toujours deux nitrotoluènes fournissant par réduction les deux toluidines;

» 2° La proportion des deux dérivés nitrés n'est pas constante. Nous n'avons pas réussi à obtenir plus de 66 pour 100 de toluidine, et pas moins de 33 pour 100. Par la méthode des fabriques, on obtient des proportions qui oscillent entre 40 et 60 pour 100 de nitrotoluène cristallisé.

» Les idées théoriques qui ont été émises jusqu'ici sur la constitution du toluène ne permettent pas de se rendre compte de la formation simultanée de ces dérivés nitrés. A la suite de la belle synthèse de MM. Fittig et Tollens on a écrit la formule rationnelle du toluène $\text{Ɵ}^6H^5.\text{Ɵ}H^3$; cette formule montre que cet hydrocarbure contient deux radicaux différents. La substitution de NH^2 dans le groupe $\text{Ɵ}H^3$ produit un alcaloïde analogue à la méthylamine : c'est la benzylamine, correspondant à l'alcool benzylique (Cannizzaro). La substitution de NH^2 dans le radical Ɵ^6H^5 produit un alcaloïde homologue de l'aniline, c'est-à-dire la toluidine correspondant au phénol cressylique. Cette théorie ingénieuse est insuffisante pour rendre compte de deux dérivés nitrés et de deux alcaloïdes. Je demande la permission de hasarder ici une hypothèse qui me paraît d'accord avec les faits connus.

» M. Berthelot, en réalisant la synthèse de la benzine à l'aide de l'acétylène, a prouvé par là que cette dernière contient 6 atomes de carbone disposés par paires en trois groupes :

$$\text{Ɵ}^2H^2.\text{Ɵ}^2H^2.\text{Ɵ}^2H^2.$$

Ces trois groupes me paraissent être équivalents par rapport à l'action de l'acide nitrique (1), c'est-à-dire qu'ils jouissent tous les trois au même degré des mêmes fonctions chimiques, et qu'aucun ne domine par rapport aux deux autres. Ce qui me décide à adopter cette opinion, c'est que jusqu'ici on n'a signalé dans l'action de l'acide nitrique sur la benzine qu'un seul dérivé nitré, correspondant à une seule aniline.

» L'hypothèse que je formule perdra toute sa valeur le jour où l'on découvrira deux anilines isomères dans les produits de la réduction de la nitrobenzine. Quel que soit le groupe de carbone où le radical $N\Theta^2$ se substitue à H, la benzine devra fournir le même produit.

» Cette parfaite symétrie des trois groupes $\mathrm{C}^2\mathrm{H}^2$ cesse d'exister dans le toluène : ici le radical CH^3 est venu remplacer 1 atome H dans l'un des groupes $\mathrm{C}^2\mathrm{H}^2$, et celui-ci se trouve placé dès lors dans des conditions d'équilibre toutes différentes. J'écris la formule du toluène :

$$\mathrm{C}^2\mathrm{H}^2.\mathrm{C}^2\mathrm{H}^2.\mathrm{C}^2\mathrm{H}(\mathrm{CH}^3).$$

Il est aisé de reconnaître dans cette molécule trois groupes de carbone différents; le premier groupe, formé par $\mathrm{C}^2\mathrm{H}^2.\mathrm{C}^2\mathrm{H}^2$, contient ces deux radicaux placés dans des conditions équivalentes. La substitution peut se faire indifféremment dans l'une des deux molécules $\mathrm{C}^2\mathrm{H}^2$. Le deuxième groupe, formé par $\mathrm{C}^2\mathrm{H}$, contient 1 atome H dérivé de la benzine; la substitution de $N\Theta^2$ peut se faire là, et devra donner par réduction l'une des deux toluidines. Le troisième groupe, formé par CH^3, ne se prête pas à la substitution nitrique; mais il peut donner naissance à un alcaloïde (la benzylamine). D'après ces idées, l'une des deux toluidines peut se représenter par

$$\mathrm{C}^2\mathrm{H}(\mathrm{AzH}^2).\mathrm{C}^2\mathrm{H}^2.\mathrm{C}^2\mathrm{H}(\mathrm{CH}^3) \quad \text{ou} \quad \mathrm{C}^2\mathrm{H}^2.\mathrm{C}^2\mathrm{H}(\mathrm{AzH}^2).\mathrm{C}^2\mathrm{H}(\mathrm{CH}^3),$$

l'autre par

$$\mathrm{C}^2\mathrm{H}^2.\mathrm{C}^2\mathrm{H}^2.\mathrm{C}^2(\mathrm{AzH}^2)(\mathrm{CH}^3). \text{ »}$$

CHIMIE ORGANIQUE. — *Observations sur le même sujet; par* M. **Berthelot**. Lettre à M. Rosenstiehl, présentée par M. Balard.

« La pseudotoluidine que vous m'avez envoyée, chauffée avec soixante fois son poids d'acide iodhydrique ($d = 2$) à 270° C., se transforme en hydrure d'heptylène et en ammoniaque, à peu près en totalité :

$$\mathrm{C}^{14}\mathrm{H}^9\mathrm{Az} + 5\mathrm{H}^2 = \mathrm{C}^{14}\mathrm{H}^{16} + \mathrm{AzH}^3.$$

(1) Ils peuvent ne pas être équivalents par rapport à l'action du chlore.

Elle se comporte donc comme la toluidine, et se distingue au contraire de la méthylaniline.

» Avec 20 parties d'hydracide, la pseudotoluidine fournit du toluène, produit principal et presque exclusif,

$$C^{14}H^{9}Az + H^{2} = C^{14}H^{8} + AzH^{3},$$

avec une trace seulement de benzine et d'un carbure condensé.

» Avec 40 parties d'hydracide, j'ai obtenu un mélange de toluène et d'hydrure d'heptylène, faciles à séparer par l'acide nitrique fumant.

» Les réactions de la toluidine et de la pseudotoluidine sont donc les mêmes à l'égard de l'acide iodhydrique.

» J'ai fait quelques essais comparatifs sur le toluène régénéré de la pseudotoluidine et sur le toluène régénéré de la toluidine, au moyen de l'acide iodhydrique. Bien que la proportion des deux carbures fût trop faible pour une étude complète, j'ai pu cependant observer quelques résultats à l'aide des élégantes réactions colorées que vous avez découvertes.

» Le toluène de la pseudotoluidine a fourni un dérivé nitré, en grande partie cristallisé; l'alcali régénéré renfermait une trace d'aniline, d'où je conclus celle d'une trace de benzine; il contenait aussi de la pseudotoluidine. Enfin, en le traitant par l'acide sulfurique bihydraté, on a développé une coloration rouge qui a viré au violet (fugitif) sous l'influence des vapeurs nitreuses (mélange de toluidine et de pseudotoluidine).

» Le toluène de la toluidine cristallisée a fourni un dérivé nitré liquide. L'alcali régénéré ne contenait qu'une proportion d'aniline nulle ou insensible; il contenait de la pseudotoluidine (réactions successives du chlorure de chaux, de l'éther et de l'acide sulfurique étendu). Enfin, en le traitant par l'acide sulfurique bihydraté, j'ai observé les mêmes phénomènes que ci-dessus. La teinte obtenue dans les deux cas est celle qui appartient à un mélange de toluidine et de pseudotoluidine.

» On peut observer la réaction bleue de la toluidine pure sur des quantités presque infinitésimales de cet alcali, en opérant par le tour de main suivant, que vous connaissez sans doute, mais que je prends la liberté de vous signaler. Il suffit d'agiter une solution aqueuse de toluidine avec de l'éther, d'évaporer l'éther à sec dans une petite capsule, d'y verser 2 ou 3 centimètres cubes d'acide sulfurique bihydraté, puis d'exposer le tout aux vapeurs de l'acide nitrique fumant. La belle coloration bleue que vous avez découverte se manifeste aussitôt.

» En résumé, les deux toluidines me paraissent avoir reproduit le même

toluène, capable de régénérer à la fois les deux alcalis. L'isomérie ne semble donc pas résider dans le carbure. La pseudotoluidine a reproduit en outre une petite quantité de benzine et d'un carbure condensé complémentaire.

» Dans un Mémoire inédit, qui est entre les mains des Secrétaires de la Société Chimique, j'étais arrivé à expliquer l'isomérie des deux toluidines par des considérations toutes semblables à celles que M. Rosenstiehl développe de son côté et d'une manière indépendante. En effet, la benzine étant formée par l'association de trois molécules d'acétylène, les corps dérivés de la benzine par deux réactions successives peuvent offrir des cas de métamérie, selon que ces réactions portent toutes deux sur la même molécule d'acétylène ou bien sur deux molécules distinctes. C'est ce que montrent les équations génératrices suivantes :

$$\underbrace{C^4H^2(C^4H^2)(C^4H^2)}_{\text{Benzine.}} + \underbrace{[A - B]}_{1^{re}\text{ réaction.}} + \underbrace{[C - D]}_{2^e\text{ réaction.}}$$

Dérivés métamères :

$$(C^4H^2 + [A - B] + [C - D])(C^4H^2)(C^4H^2),$$
$$(C^4H^2 + [A - B])(C^4H^2 + [C - D])(C^4H^2).$$

Cette conséquence est indépendante de toute formule rationnelle spéciale, aussi bien que du rôle identique ou dissemblable (1) que peuvent remplir les trois molécules d'acétylène. Elle s'applique aux benzines chloronitrées, aux benzines nitrométhylées (nitrotoluènes), aux benzines amidométhylées (toluidines), aux benzines diméthylées (xylènes), etc. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Recherches sur la combustion de la houille* (troisième Partie). Note de **MM. A. Scheurer-Kestner** et **Meunier**, présentée par M. Balard.

« *Calculs et données pratiques.* — A la suite des deux premières Parties de nos recherches, qui nous ont conduits à la connaissance de la chaleur de

---

(1) L'isomérie des trois corps, $C^{12}H^6O^4$ (oxyphénol, résorcine, hydroquinon), semble indiquer que le rôle des trois molécules d'acétylène n'est pas exactement le même. Je rappellerai, en outre, que l'introduction de la molécule méthylique dans la formation des méthylbenzines fait naître une nouvelle cause de métamérie des dérivés, distincte des précédentes, et bien connue depuis quelque temps.

Répartition du calorique provenant de la combustion de la houille sous un générateur à vapeur (à trois bouilleurs et six réchauffeurs).

(Les nombres se rapportent à 1 kilogramme de houille pure; ces nombres sont proportionnels à la chaleur de combustion.)

DÉSIGNATION du combustible.	CALORIES dans la vapeur.		PRODUITS gazeux.		NOIR de fumée.		VAPEUR des gaz.		GAZ combustibles.		CALORIES totales.		CHALEUR de combustion observée.	DIFFÉRENCES.		RENDEMENTS pratiques en eau à 0° vaporisée.
	Nombre de calories.	Nombre proportionnel.	Nombre de calories.	Nombre proportionnel.	Nombre de calories.	Nombre proportionnel.	Nombre de calories.	Nombre proportionnel.	Nombre de calories.	Nombre proportionnel.	Nombre de calories.	Nombre proportionnel.		Nombre de calories.	Nombre proportionnel.	
																kil.
Ronchamp...........	5899	65,0	470	5,1	35	0,4	270	3,0	448	4,9	7132	78,4	9117	2000	21,9	9,16
Saarbruck :																
Friederichstahl.....	4986	59,0	372	4,4	63	0,7	282	2,9	498	7,0	6262	74,0	8457	2159	25,5	7,73
Duttweiler..........	5317	60,8	443	5,0	33	0,4	288	2,8	595	5,0	6481	74,0	8724	2193	25,2	8,25
Louisenthal.......	4698	57,2	315	3,8	61	0,7	295	3,7	838	9,7	6181	75,1	8215	2044	25,2	7,29
Altenwald..........	5323	61,3	481	5,6	34	0,4	303	3,2	438	3,2	6376	73,7	8633	2219	23,4	8,27
Heinitz.............	5050	59,4	443	5,1	49	0,5	268	3,5	273	6,8	6374	75,2	8487	2073	25,5	7,83
Soulzbach...........	4994	59,2	486	5,7	33	0,4	303	3,1	604	5,3	6225	73,6	8451	2185	24,6	7,76
Von der Heydt.. ...	4990	59,2	457	5,4	49	0,6	321	3,4	450	7,3	6397	75,9	8462	2021	25,8	7,72
Blanzy :																
Monteceau..........	5067	60,6	476	5,7	62	0,7	325	3,3	624	6,0	6387	76,3	8325	1885	23,6	7,41
Anthraciteux........	5520	60,8	702	7,7	35	0,3	288	2,1	500	4,9	6952	75,8	9100	2108	22,7	8,69
Creusot..............	5900	62,8	691	7,3	35	0,3	224	2,0	247	2,4	7053	74,8	9412	2330	24,5	9,15
$\frac{2}{3}$ *Creusot*, $\frac{1}{3}$ *Ronchamp*.	6230	67,2	619	6,6	36	0,3	246	2,3	228	2,4	7332	78,8	9310	1951	21,0	9,68
Charbon de bois.......	4892	60,8	852	10,5	0	0	0	0	168	2,1	5912	73,4	8080	2168	26,6	7,62

combustion d'un grand nombre de sortes de houille et des pertes dues au dégagement des gaz combustibles et du noir de fumée, nous avons entrepris l'étude de la distribution du calorique dans les différents organes d'un générateur à vapeur.

» Il nous est impossible de donner ici tous les détails de nos expériences (1); mais le tableau ci-joint rend compte des résultats que nous avons obtenus avec une chaudière à vapeur à trois bouilleurs et six réchauffeurs, type très-connu et généralement adopté en Alsace. Le générateur que nous avons eu à notre disposition est bien monté; les rendements en eau vaporisée ne sont pas inférieurs aux meilleurs, qui ont pu être constatés en Alsace dans ces dernières années; nos observations s'appliquent donc à un instrument établi dans les meilleures conditions connues pour ce type particulier.

» Le calorique, dans ses différents effets, se trouve réparti ainsi qu'il suit :

» 1° Calorique nécessaire à l'eau vaporisée.

» 2° Calorique correspondant au dégagement des gaz combustibles et du noir de fumée.

» 3° Calorique correspondant aux parties combustibles perdues dans les cendres.

» 4° Calorique sensible des produits gazeux de la combustion et de la vapeur d'eau qu'ils renferment.

» 5° Calorique ayant traversé la maçonnerie ou, en général, les surfaces enveloppantes.

» Nous avons reconnu, par une expérience directe, que le calorique perdu par suite de l'extraction des cendres et des escarbilles à la chaleur rouge, est négligeable dans des expériences de ce genre. Nos résultats sont approchés à deux ou trois centièmes; cet écart entre la théorie et l'expérience n'est pas considérable, si l'on tient compte des difficultés inhérentes à des observations aussi compliqués, et aux causes d'erreur multiples qui viennent influer sur les données qu'on recueille.

» L'essai des différents combustibles, sous notre générateur, a été poursuivi pendant plusieurs jours pour chaque sorte de houille; les nombres que nous indiquons représentent donc des moyennes. Ils sont plus dignes de confiance que ceux qu'on aurait obtenus après quelques heures d'expérimentation; car on fait disparaître, en agissant ainsi, une foule de causes

(1) Ils paraîtront dans le *Bulletin de la Société Industrielle de Mulhouse.*

d'erreurs dont il est impossible de s'affranchir en faisant des essais de courte durée. Nous n'avons pas hésité à faire ce grand sacrifice de temps, en faveur d'une exactitude réelle dans nos indications.

» Le poids d'eau vaporisée a été déterminé par un double contrôle, ainsi que celui du combustible et des cendres obtenues. La houille et les cendres ont été analysées; les échantillons des unes et des autres ont été prélevées suivant la méthode que nous avons indiquée précédemment (1).

» La température de la vapeur a été mesurée au moyen d'un manomètre à air libre, dont les deux niveaux pouvaient être observés directement, sans le secours de flotteurs.

» Au moyen de l'analyse chimique des gaz et de l'emploi continuel de deux gazomètres, marchant à tour de rôle, nous avons déterminé la composition des produits gazeux de la combustion, et, par suite, le volume d'air introduit sous la grille.

» On verra dans le tableau précédent, comme dernière expérience, les nombres obtenus en brûlant du charbon de bois au lieu de houille. Nous avons fait cette expérience dans le but d'avoir un contrôle pour les nombres fournis par nos calculs sur l'emploi de la houille. En effet, le charbon de bois ne fournissant que fort peu de gaz combustible, et, ceux-ci étant de composition simple et connue, ne produisant pas de noir de fumée, les éléments du calcul sont moins nombreux, et par suite les causes d'erreur très-diminuées. On voit que les résultats obtenus avec ce corps s'accordent bien avec ceux que nous a fournis la houille.

» La différence entre la chaleur de combustion des combustibles et le total des calories retrouvées par le calcul de nos expériences a été considérée par nous comme représentant le calorique qui a traversé en pure perte les surfaces enveloppantes. On sera certainement frappé de ce résultat, que cette perte est d'environ un quart ou un cinquième du calorique total produit par la combustion.

» La constance du nombre qui, dans nos différentes expériences, représente cette perte, nous donne la confiance que nos résultats sont conformes à la vérité.

» Nous nous proposons de revenir prochainement sur les conclusions qui peuvent être tirées de ces données, et sur quelques expériences complémentaires. »

---

(1) *Comptes rendus*, t. LVII, page 1009, deuxième Partie de nos recherches.

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Sur la composition du limon et de l'eau du Nil considérée au point de vue agricole; par* **M. A. Houzeau.**

« Dans un précédent Mémoire sur le blé d'Égypte, j'ai montré combien le blé qui avait crû dans la vallée du Nil (canton de Louqsor), sur un terrain n'ayant reçu ni fumure ni amendement d'aucune espèce, était pauvre en gluten, et, par suite, en azote. Il était intéressant, pour compléter cette étude, de s'assurer quelle pouvait être la composition du sol, qu'on sait être une alluvion du Nil, sur lequel la récolte avait eu lieu, ainsi que celle des eaux au sein desquelles le limon s'est formé; car, dans ces contrées, la rareté des pluies, contrairement à ce qui se passe dans nos climats, simplifie la question de statique agricole, qu'il est si difficile d'étudier chez nous par suite de l'apport incessant des engrais atmosphériques (nitrate et sels ammoniacaux) par les eaux pluviales.

» C'est encore à l'obligeance de M. Baroche que je dois les échantillons d'eau et de limon qui ont été analysés dans le laboratoire de l'École d'Agriculture de la Seine-Inférieure.

» Les dosages de l'ammoniaque et de l'acide nitrique ont été effectués suivant les méthodes de M. Boussingault.

» Voici la composition du limon du Nil, rapportée à 100 grammes de limon desséché à l'air :

	gr
Eau volatile à 110 degrés	7,70
Argile et silice	62,71
Oxyde de fer, de magnésium, et phosphate de fer en petite quantité	14,70
Carbonate de chaux et de fer	0,57
Alumine	8,27
Sulfate de chaux	0,56
Matières organiques et perte	5,49
	100,00

Azote, pour 100 : 0,0504.

» La pauvreté en gluten des blés d'Égypte du canton de Louqsor trouve maintenant son explication dans la faible teneur en azote du sol sur lequel ils se sont développés; de plus, la beauté et la régularité du climat de l'Égypte et l'absence absolue de toute addition d'amendement ou d'engrais quelconque à ce sol donnent, pour ainsi dire, à ces résultats agricoles obtenus sur une vaste échelle la précision d'expériences de chimie végétale accomplies dans le laboratoire. Ces analyses semblent établir que, là où

l'azote assimilable manque dans le sol, l'azote à l'état libre dans l'atmosphère ne saurait le remplacer.

» Voici maintenant la composition, rapportée à 1 litre, de l'eau du Nil aux différentes phases de sa crue. Cette eau a été prise en amont du village Samanoud, au milieu du fleuve, le vase plongeant à $0^m,15$ sous l'eau. Le Nil avait la couleur verte; crue : $0^m,42$.

Date de la prise de l'eau.	Limon ou parties insolubles. (Desséché à l'air.)	Sels solubles (1).	Ammoniaque.	Acide nitrique.
	gr	gr	gr	
4 Juillet.........	0,025	0,200	0,0012	Indéterminé.
21 Juillet..........	0,200	Indéterminé.	0,0012	Indéterminé.
28 Juillet.........	0,450	0,260	Indéterminé.	Indéterminé.
4 Août? (2)......	0,651	0,250	0,00034	Indéterminé.
				gr
11 Août?..........	0,908	0,283	0,00024	0,00243
18 Août?..........	0,912	0,200	0,00007	0,00279
25 Août?..........	0,915	0,223	0,00010	0,00280
1er Septembre?.....	0,918	0,217	0,00010	0,00240
8 Septembre?.....	1,083	0,217	0,00058	

» En admettant, avec le Maréchal duc de Raguse, que le Nil laisse couler dans les basses eaux, en vingt-quatre heures, 150 566 391 mètres cubes, on voit, d'après la teneur en ammoniaque de l'eau prise au commencement de la crue, le 4 juillet, que le fleuve porterait chaque semaine à la Méditerranée près de 6 000 000 de kilogrammes d'ammoniaque, c'est-à-dire, en azote, la valeur d'environ un million de sacs de blé d'Égypte. »

HISTOIRE NATURELLE. — *Observations faites sur l'incubation des œufs de Gallinacés.* Note de **M. P. Carbonnier**, présentée par M. Coste.

« Depuis seize ans déjà, je suis avec la plus grande attention les phases du développement de l'embryon des œufs de poule, afin de découvrir quelles sont les meilleures conditions pour en favoriser toutes les évolutions, et quel serait l'appareil le mieux approprié à l'incubation artificielle.

(1) Les sels solubles sont formés de sulfate et de carbonate de chaux, de chlorure de magnésium, de sels alcalins et ferrugineux et de matières organiques.

(2) Les dates suivies du signe (?) sont supposées. Les étiquettes des flacons qui contenaient ces eaux ayant disparu pendant le transport, on a calculé la date de la prise d'après le poids du limon obtenu, et en admettant, comme M. Baroche avait recommandé de le faire, que chacune des prises a eu lieu à une semaine d'intervalle.

» Les œufs pondus par des oiseaux vivant à l'état sauvage sont doués d'une plus grande vitalité que les œufs provenant d'espèces domestiques.

» Placé dans les meilleures conditions possibles, l'œuf perd, après le trente-deuxième ou trente-cinquième jour de ponte, la faculté de se développer. Les neuf dixièmes des germes meurent avant le vingt-huitième jour.

» La texture de la coquille de l'œuf de la poule élevée en captivité ne possède jamais la même régularité d'épaisseur que la coquille des œufs pondus par des animaux vivant en liberté. Cette observation peut être vérifiée par le mirage. Dans ce cas, pendant l'incubation, l'œuf s'évapore trop par les parties faibles, l'embryon se dessèche, et il périt du quinzième au dix-huitième jour de son développement.

» Plus la teinte de la coque d'un œuf est foncée en couleur, mieux l'incubation s'opère.

» Les poules hollandaises ont les œufs si blancs, que la moindre variation de température fait périr l'embryon.

» Des œufs de perdreaux peuvent, à toutes les époques de l'incubation, subir un refroidissement de vingt-quatre heures sans que l'embryon en souffre sensiblement. Les œufs de poules communes meurent en moins de quatre heures dans le même cas, les canards en douze heures, les poules cochinchinoises en six heures.

» Dans une couvée, composée d'œufs de perdreaux, faisans, canards et variétés de poules, plus l'œuf est coloré en teinte foncée et se rapproche de l'état sauvage, mieux il résistera aux causes nuisibles à l'incubation. Les embryons de poules domestiques périront les premiers, ceux de canards ou de faisans ensuite, et si ces causes pernicieuses persistent, les perdreaux mourront toujours les derniers.

» La température de l'incubation étant de 41 degrés, les œufs de poules communes mettent pour éclore vingt-un à vingt-deux jours. Pendant les premiers sept jours, l'embryon peut supporter, durant une heure ou deux, des variations de température de 5 degrés en plus ou en moins. La deuxième semaine, ces variations ne peuvent s'étendre au delà de 3 degrés en dessus ou en dessous des 41 degrés. A la troisième période, il suffit de 44 degrés durant une heure pour tuer le poussin, mais aussi il peut sans danger résister pendant quatre heures à un abaissement de 15 degrés.

» Il résulte de ces expériences que, tant que l'embryon est peu développé, il peut supporter d'assez grandes variations de température, tandis que plus tard, quelques degrés en plus des conditions normales le font périr;

mais aussi, comme cet embryon possède alors une chaleur qui lui est propre, résultant de son plus grand développement, il peut résister à des refroidissements plus forts et plus prolongés qu'à tout autre moment.

» Si du sixième au douzième jour d'incubation l'on touche l'œuf avec les mains froides, on peut tuer l'embryon; dans ce cas, l'organe respiratoire qui tapisse l'intérieur de la coquille se trouve comme paralysé et cesse ses fonctions si ce contact a quelque durée.

» Des œufs couvés la première semaine sous des poules, et mis ensuite dans un incubateur artificiel, se développent d'une manière parfaite et régulière; ils sont aptes à supporter sans accident tous les degrés de température extrême indiqués plus haut. On dirait que, par son action, la poule communique aux embryons une vitalité plus grande.

» Si en Égypte l'incubation artificielle réussit mieux qu'en France, c'est que la température propre à l'incubation n'est pas aussi éloignée de celle de l'atmosphère que dans nos climats tempérés. Tandis qu'en France il nous faut 22 à 28 degrés de chaleur artificielle, en Égypte 8 ou 10 suffisent.

» Sous le climat de Paris, l'incubation artificielle s'effectue dans d'excellentes conditions quand, dans un milieu marquant une température de 41 degrés on entretient un degré hygrométrique égal à celui de l'air extérieur. »

EMBRYOLOGIE. — *Observations relatives à une Note récente de* M. Gerbe, *sur la constitution et le développement de l'œuf ovarien des Sacculines.* Note de **M. Balbiani**, présentée par M. Claude Bernard.

« Dans un travail de M. Gerbe, présenté à l'Académie le 22 février dernier, sous le titre de : *Recherches sur la constitution et le développement de l'œuf ovarien des Sacculines*, l'auteur avance que la vésicule que j'ai dit exister simultanément avec la vésicule dite *germinative* ou de *Purkinje* dans l'œuf d'un grand nombre d'animaux, et à laquelle j'attribue un rôle prépondérant dans la formation du germe, avait déjà été signalée par MM. de Siebold, de Wittich et V. Carus, dans l'œuf primitif de l'Araignée domestique, et qu'elle avait également déjà été figurée, en 1847, par M. Coste, dans celui de l'Oiseau, immédiatement au-dessous de la vésicule qui forme le centre de la cicatricule.

» L'Académie, qui, en 1864, a bien voulu m'accorder, après un Rapport favorable de M. Coste, un de ses prix de Physiologie expérimentale pour la découverte du corps dont il est question dans la Note de M. Gerbe,

comprendra qu'il m'est impossible de laisser passer, sans relever ce qu'elle renferme d'inexact, une pareille assertion, qui tend à m'enlever les titres que je croyais avoir à la première démonstration de ce nouvel élément de l'œuf. Dans leurs Rapports au Ministre de l'Instruction publique sur les progrès récents des sciences zoologiques et physiologiques en France, MM. Milne Edwards et Claude Bernard n'ont fait aucune difficulté pour me reconnaître comme l'auteur de cette découverte, et le premier de ces savants a même bien voulu attacher mon nom à l'élément nouveau de l'œuf ovarien des animaux. J'ajouterai qu'un des savants de l'Allemagne qui ont le plus d'autorité dans les questions d'anatomie microscopique, M. Koelliker, de Würzbourg, que j'ai entretenu de mes recherches, et qui a vu mes dessins représentant le nouvel élément chez un grand nombre d'espèces animales, a également reconnu leur nouveauté et leur importance au double point de vue de l'ovogénie et de l'embryologie.

» Dans mon Mémoire couronné par l'Académie, dont un extrait a paru dans ses *Comptes rendus*, je me suis déjà expliqué au sujet des observations des auteurs allemands cités par M. Gerbe, et je crois inutile d'y revenir ici. Je me contenterai de rappeler que, en Allemagne même, la signification du corps (1) qu'ils auraient aperçu dans l'œuf de l'Araignée était encore tellement environnée d'obscurité, que, dans son *Traité d'histologie comparée*, publié plusieurs années après, l'éminent professeur de Tubingue, M. Legdig, n'hésita pas à déclarer que ses fonctions étaient encore complétement inconnues.

» Quant à l'assertion de M. Gerbe, que M. Coste aurait déjà reconnu, dès 1847, la présence de la seconde vésicule dans l'ovule primitif de l'Oiseau, où elle coexisterait avec la vésicule germinative, on trouve bien, dans les planches de l'ouvrage de M. Coste intitulé *Histoire générale et particulière du développement des corps organisés*, la figure grossie d'un ovule extrait de l'ovaire de la Poule (*Pl. II, fig.* 2), qui montre, vers le centre du vitellus, non loin de la vésicule germinative, une petite tache à contour mal défini, à peu près ronde, et un peu plus claire que l'espace qui l'environne; mais j'avoue qu'il faut beaucoup de bonne volonté pour voir dans cette tache quelque chose qui ressemble à une vésicule. D'ailleurs, si l'on consulte l'explication de la figure, voici ce qu'on lit au sujet de ce détail : « On re-

---

(1) Et non de la *vésicule*, comme le dit à tort M. Gerbe, aucun des auteurs précédents n'ayant reconnu ce caractère au corps qu'ils avaient observé et qu'ils se contentent de désigner sous le nom vague de *noyau vitellin* (DOTTREKERN).

» marque, au-dessous de la vésicule germinative, un espace transparent, » à peu près circulaire, espace que l'on pourrait peut-être considérer » comme l'origine du canal central de l'œuf mûr. » Ces mots réduisent donc à néant la tentative de revendication que M. Gerbe fait aujourd'hui en faveur de M. Coste. Je suis d'autant plus surpris d'être obligé de repousser ici son allégation, que M. Gerbe assistait à toutes les séances de la Commission académique chargée d'examiner mon travail, et que toutes mes préparations démontrant le nouvel élément de l'œuf ont passé sous ses yeux. Aucune voix ne s'est élevée alors au sein de la Commission pour revendiquer la priorité de cette découverte, et, pour achever d'édifier M. Gerbe sur la réalité de mes titres, je lui opposerai M. Coste lui-même, en le renvoyant au Rapport que l'éminent professeur d'Embryologie comparée au Collége de France a fait à l'Académie sur mon travail, présenté au Concours des prix de 1864.

» Quant aux observations relatées dans la Note de M. Gerbe, concernant l'indépendance originelle de l'élément germinatif et de l'élément nutritif dans l'œuf ovarien des Sacculines, elles sont une heureuse justification de ces paroles du Rapport de M. Coste : que mes recherches ovogéniques ouvraient la voie à des études qui permettent de pénétrer plus avant vers l'origine des êtres vivants. M. Gerbe a confirmé pour les Crustacés ce que j'avais établi depuis longtemps pour d'autres Articulés, comme on peut s'en convaincre par le passage suivant de mon Mémoire communiqué à l'Académie en 1864 :

« Il résulte de ce qui précède que dans l'œuf des Myriapodes et des » autres animaux où ce corps est construit sur le même type, c'est-à-dire » composé d'une partie germinative fondamentale et d'une partie nutri- » tive, chacune de ces parties se constitue isolément et pour son propre » compte. Jamais leurs éléments ne sont primitivement confondus pour ne » se séparer qu'au moment de la maturité, ou même seulement après la » fécondation. Cette séparation est primordiale et remonte aux premiers » états de l'ovule, c'est-à-dire au moment même où ses éléments commen- » cent à se différencier physiologiquement. De même que, dans l'ovule » végétal, la vésicule embryonnaire reste à toutes les périodes de son déve- » loppement entièrement distincte de l'endosperme, de même aussi, dans » l'œuf des animaux, le germe, qui a également ici la constitution d'une » cellule, demeure constamment indépendant du jaune ou vitellus nu- » tritif. »

» Cependant les observations de M. Gerbe diffèrent des miennes sur un

point essentiel. D'après lui, ce ne serait pas, comme je l'avais annoncé, la vésicule plus récemment découverte qui occuperait le centre de l'élément germinatif, ce qui avait motivé le nom de *vésicule embryogène* qui lui a été donné par M. Milne Edwards (1) à la suite de mes observations, mais l'autre, plus anciennement connue sous le nom de *vésicule germinative;* et il pense, en conséquence, qu'il faut lui conserver cette dernière dénomination. Mais il résulte de la propre description de M. Gerbe que, chez les Sacculines, ces deux éléments primordiaux existent toujours simultanément, et présentent des caractères presque complétement identiques; je lui demanderai donc comment il réussit à les distinguer l'un de l'autre et à reconnaître que c'est l'élément placé au foyer germinatif qui correspond à la vésicule germinative des autres espèces animales. Pour se former une idée exacte du rôle dévolu à chacune des deux vésicules primitives, il faut les observer chez les animaux où elles présentent des caractères extérieurs très-tranchés, qui permettent de les distinguer facilement à toutes les périodes de l'évolution génétique de l'œuf. C'est par des observations faites dans de semblables conditions que j'ai été conduit à considérer la vésicule germinative comme le centre nutritif éphémère de l'œuf, et la vésicule embryogène comme le centre plastique persistant. Je maintiens donc, comme parfaitement approprié au rôle qu'il joue dans les phénomènes ovogéniques, le nom donné par M. Milne Edwards à ce dernier élément.

» Je saisis cette occasion pour annoncer à l'Académie que, depuis mes premières communications sur ce sujet, j'ai reconnu l'existence de ce corps chez l'espèce humaine elle-même (2), et j'espère en outre lui faire connaître bientôt de nouveaux faits concernant la présence d'un élément homologue dans la cellule séminale, dite aussi *ovule mâle* par quelques anatomistes, ainsi que son rôle dans la formation du filament spermatique. »

ZOOLOGIE. — *Sur les bœufs dits* Niata *de l'Amérique méridionale.* Note de **M. A. Sanson**, présentée par M. de Quatrefages.

« L'existence d'une race de bœufs appelés *niata* ou *niassa*, dans l'Amérique méridionale, a été affirmée par quelques naturalistes qui l'ont considérée comme ayant une origine tératologique, et contestée par d'autres;

(1) *Rapport sur les progrès récents des sciences zoologiques en France*, par M. Milne Edwards, 1867, p. 80.

(2) Frey, *Traité d'histologie et d'histochimie*, traduction française annotée, par le Dr Ranvier, 1868, p. 183.

en sorte qu'il était permis et même commandé de conserver des doutes sur un fait qui ne se présentait point avec des caractères scientifiques. Pourtant une description, donnée par M. Owen, d'un crâne recueilli par M. Darwin et conservé au Musée du Collége des Chirurgiens de Londres, aurait pu établir une forte présomption en faveur de la solution affirmative de la question, s'il avait été prouvé que ce crâne ne provenait point d'une anomalie purement individuelle. L'individu, en effet, ne suffit pas pour affirmer la race, qui comporte nécessairement plusieurs familles se reproduisant suivant un type déterminé.

» Les doutes de ce genre appellent de nouvelles recherches. Désirant, pour mon compte, arriver à une solution sur ce sujet qui concerne mes études habituelles, je me suis mis à l'œuvre et j'ai fini par apprendre qu'il existait en réalité au Mexique des troupeaux entiers des animaux dont il s'agit. Ils y sont appelés *Tchata* (Chata), ce qui, dans la langue du pays, signifie *camard* ou *camus*. Grâce au concours amical de M. Jules Laverrière, ancien Directeur de l'École d'Agriculture de Mexico, et après bien des démarches et une longue attente, je suis parvenu à me procurer des photographies exécutées au Mexique d'après mes indications. Je les mets sous les yeux de l'Académie. Elles représentent, de face et de profil, une vache du type *niata* ou *tchata*, des environs de Mexico, photographiée vivante, de telle sorte qu'on y peut facilement étudier ses caractères extérieurs.

» On y remarquera d'abord l'absence des cornes frontales et la forte saillie du chignon, correspondant à la protubérance occipito-frontale du crâne, la grande largeur relative du frontal et la brièveté exceptionnelle du reste de la face, dont la ligne nasale, rentrante à la manière de celle du chien-dogue, se termine par un mufle très-large, mais ne présentant d'ailleurs rien d'anormal. Contrairement à ce qui avait été induit d'après la description crâniologique de M. Owen, les lèvres s'affleurent parfaitement et tiennent la bouche fermée. Les ouvertures nasales, bien qu'un peu relevées, ne sont point non plus situées dans une direction verticale, comme on l'avait dit.

» Le seul caractère particulier à ce type, dont l'existence ne peut plus être maintenant douteuse, est donc l'excessive brièveté de la face, due à la brièveté même des os propres du nez. Rien n'autorise à ne point le considérer comme naturel, au même titre que tous les autres, dont l'origine nous est également inconnue; et j'ajouterai en terminant, à cette occasion, qu'il y a des différences de la plus grande importance entre les connexions osseuses de son crâne, tel qu'il a été décrit par M. Owen, et celles du crâne tératologique auquel on a voulu le comparer. »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Sur la présence des trachées dans la tige des Fougères.* Note de **M. P. Bert**, présentée par M. Duchartre.

« Dans un travail de M. Trécul, inséré au dernier numéro des *Comptes rendus*, on lit (p. 521), les phrases suivantes :

« Les Fougères ont été regardées jusque dans ces derniers temps comme » privées de trachées. L'an dernier encore, MM. Decaisne et Lemaout, dans » leur *Traité général de Botanique, etc.*, Paris, 1868, p. 654, n'y ont indi- » qué que des vaisseaux annulaires et rayés. Pourtant, en 1865, M. Mette- » nius avait signalé des cellules à spirales déroulables à la face externe des » faisceaux de la tige des Hyménophyllacées..... J'ai trouvé des trachées » dans toutes les Fougères que j'ai examinées, au moins dans la fronde. »

» Je crois devoir rappeler que, le 30 juillet 1859, j'ai présenté, à la Société Philomathique, un travail où se trouve démontrée l'existence de vraies trachées déroulables dans les frondes des Fougères (*Polypodium*, *Pteris*, *Adiantum*, *Asplenium*, *Dicksonia*, etc.); elles semblent même exister seules, disais-je, au sommet de la fronde en voie de développement, et occupent, le plus souvent, les parties centrales, faisceaux vasculaires (journal *l'Institut*, n° 1337). Ces conclusions se trouvent reproduites dans l'ouvrage classique de M. Duchartre (*Éléments de Botanique*, Paris, 1866, p. 188).

» La grande autorité qui s'attache aux travaux de M. Trécul dans le domaine de l'anatomie végétale m'a déterminé à présenter à l'Académie cette petite réclamation. »

COSMOLOGIE. — *Fer météorique récemment découvert au Wisconsin, et description de nouvelles figures qu'il présente.* Note de **M. Lawrence Smith**, présentée par M. Daubrée.

« Cette météorite a été apportée, à ma connaissance, par M. Lopham (du Wisconsin). Elle aurait été découverte dans la ville de Trenton, Washington-County, et je lui donne le nom de météorite du Wisconsin.

» Jusqu'à présent, quatre fragments ont été découverts, tous appartenant évidemment à la même chute. Ils ont été recueillis dans un espace de dix à douze mètres carrés, très-près de la ligne nord, du 40ᵉ *acre-lot* de Louis Kolb, par 43°21′ de latitude nord, et 88°8′ de longitude à l'ouest de Greenwich, à 30 milles environ de Milwaukee. Ces fers gisaient si près de la surface du sol, qu'on les retourna avec la charrue.

» Les poids respectifs des fers du Wisconsin sont soixante-deux, seize,

dix et huit livres. Ils présentent, comme d'habitude, une surface irrégulière et grêlée. Le plus gros a 14 pouces de long, 8 pouces de large et 4 pouces d'épaisseur. Sa densité est égale à 7,82, et voici sa composition :

Fer	91,03
Nickel	7,20
Cobalt	0,53
Phosphore	0,14
Cuivre	traces.
Résidu insoluble	0,45
	99,35

» Une surface polie, soumise à l'action d'un acide, donne des figures de Widmanstætten, très-nettement dessinées. On y voit, en outre, une particularité, sans doute commune à d'autres fers, mais qui, si je ne me trompe, a échappé jusqu'à présent à l'attention. Il s'agit de dessins nouveaux, qui me furent signalés d'abord par M. Lopham. Il les remarqua sur une plaque de la météorite que je lui avais envoyée après l'avoir gravée, et je pense que ces figures peuvent être distinguées du réseau habituel de Widmanstætten, sous le nom de Lopham (*Lophamite markings*) (1).

» Les lames qui dessinent les figures de Widmanstætten sont d'un brillant métallique avec les extrémités et les bords convexes. Les nouvelles figures sont au contraire foncées, d'ordinaire plus petites que les précédentes, et présentent des bords et des extrémités concaves.

» Un verre grossissant montre, sur les figures de Lopham, des stries perpendiculaires à leurs bords. Lorsque la figure est à peu près carrée, les lignes dont il s'agit s'étendent de chaque côté au côté opposé; mais, quand la figure est plus allongée, ces lignes sont exclusivement parallèles à la plus grande longueur. Dans ce dernier cas, les lignes sont tout à fait irrégulières et présentent une ressemblance frappante avec des fibres.

» La nature de ces figures sombres est facile à comprendre : elles indiquent les axes de petits cristaux prismatiques, qui tendent à se placer normalement à la surface de refroidissement. »

M. Lavaud de Lestrade adresse, de Montferrand (Puy-de-Dôme), une Note concernant les « Phénomènes optiques que produit un tube de Geissler tournant sur lui-même. » L'auteur explique, par l'intermittence

(1) Une figure jointe à la Note représente le dessin, à une échelle un peu agrandie.

des courants induits auxquels est due la lumière dans ces appareils, le phénomène connu de la discontinuité des apparences lumineuses; il indique l'application qu'on en pourrait faire à une sorte de télégraphe lumineux, dans lequel les divers signaux se distingueraient les uns des autres par le nombre des rayons de l'espèce d'étoile formée : l'appareil pourrait également servir à constater le synchronisme de deux mouvements de rotation, même à distance.

A 5 heures, l'Académie se forme en comité secret.

La séance est levée à 6 heures. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 1er mars 1869, les ouvrages dont les titres suivent :

Documenti... *Documents concernant la date de quelques découvertes modernes de l'électricité appliquée; par* M. le professeur ZANTEDESCHI. Venise, 1869; opuscule in-8°.

Dell... *De l'importance d'un eclipsiostat pour l'étude comparative de l'atmosphère lumineuse, etc.; par* le professeur ZANTEDESCHI. Venise, 1869; opuscule in-8°.

Analogia... *Analogie de quelques phénomènes observés par le professeur* ZANTEDESCHI *pendant l'éclipse du* 8 *juillet* 1842, *et des phénomènes observés par* M. JANSSEN *et le* P. SECCHI, *des protubérances solaires en* 1868. Venise, 1869; opuscule in-8°.

Sul... *Sur le télégraphe électromagnétique, etc.; par* M. le professeur ZANTEDESCHI. Venise, 1869; opuscule in-8°.

Leggi... *Loi du climat de Padoue déduite des observations météorologiques, de* 1725 *à* 1860; *par* M. le professeur ZANTEDESCHI. Brescia, 1869; br. in-8°.

Aforismi... *Aphorismes sur la guérison des blessures par armes à feu; par* M. A. DE VITA. Milan; 1867; br. in-8°. (Présenté par M. le Baron Larrey.)

Meteorologische... *Observations météorologiques faites à l'Observatoire de Zurich, mars, avril, mai* 1868. 3 broch. in-4°.

Brief... *Lettre du Baron* Carl. D'ESTORFF au professeur E. DESOR. Zurich, 1869; br. in-8°.

L'Académie a reçu, dans la séance du 8 mars 1869, les ouvrages dont les titres suivent :

Bibliothèque des sciences naturelles. Anatomie microscopique des tissus et des sécrétions (anatomie et physiologie comparées); *par* M. Ch. ROBIN. Paris, 1869; in-8°.

Direction générale des Douanes et des Contributions indirectes. — Tableau général des mouvements du cabotage pendant l'année 1867. Paris, 1868; in-folio.

Élévation d'eau. Alimentation des villes et distribution de force à domicile; par M. L.-D. GIRARD, *Barrages. Création de force motrice et navigation. Utilisation des fleuves*, n° 2. Paris, 1869; in-4° avec 6 planches in-folio. (Présenté par M. Combes.)

Mémoires de MM. Crace-Calvert et Richard Johnson, traduction de M. Ch. THIERRY-MIEG fils. Paris, sans date; in-4°. (Extrait du *Moniteur Scientifique* de M. *Quesneville*, 1862-1863.)

Souvenirs d'une exploration scientifique dans le nord de l'Afrique. — IV. *Histoire des monuments mégalithiques de Roknia près d'Hammam-Meskhoûtin; par* M. J.-R. BOURGUIGNAT. Paris, 1868; in-4° avec planches. (Présenté par M. Milne Edwards.)

Actualités scientifiques. — Science anglaise. Son bilan au mois d'août 1868. *Réunion à Norwich de l'Assocation britannique pour l'avancement des sciences; par* M. l'abbé MOIGNO. Paris, 1869; in-12.

Les derniers progrès de la science; par M. R. RADAU. Paris, 1868; in-12. (Présenté par M. Jamin.)

Les Merveilles de la Science, ou Description populaire des inventions modernes; par M. Louis FIGUIER, 28e série. Paris, 1869; in-8° avec figures.

Étude psychologique et philosophique sur l'imagination; par M. le Dr FOURNET. Paris, 1869; br. in-8°.

Instruction sur la recherche des poisons et la détermination des taches de sang dans les expertises chimico-légales; par M. le Dr J. OTTO, avec la collaboration du Dr R. OTTO. Traduit, avec l'autorisation de l'auteur, sur la troisième édition allemande par M. G.-E. STROHL. Paris, 1869; in-8°.

Cochinchine française et royaume de Cambodge; par M. Ch. LEMIRE. Paris, 1869; in-8°. (Cet ouvrage sera transmis à la Section de Géographie et Navigation.)

Annuaire de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique, 1869, 35^e^ année. Bruxelles, 1869; in-12.

Observations des phénomènes périodiques pendant les années 1865 *et* 1866. (Extrait du tome XXXVII des *Mémoires de l'Académie royale de Belgique.*)

Annales météorologiques de l'Observatoire royal de Bruxelles, publiées, aux frais de l'État, par le Directeur M. Ad. QUETELET. Bruxelles, 1868; in-4°.

Biographie nationale publiée par l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique, t. II, 1^re^ et 2^e^ parties. Bruxelles, 1868; 2 fascicules in-8°.

Mémoires de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique, t. XXXVII. Bruxelles, 1869; in-4° avec planches.

Physique sociale ou Essai sur le développement des facultés de l'homme; par M. Ad. QUETELET; t. I^er^. Bruxelles, 1869; in-8°.

Note sur les étoiles filantes du mois de novembre 1868; *par* M. Ad. QUETELET. Bruxelles, 1868; br. in-8°

Sur les étoiles filantes périodiques du mois d'août 1867 *et sur les orages observés en Belgique pendant l'été de* 1867; *communications recueillies par* M. Ad. QUETELET. Bruxelles, sans date; br. in-8°.

Progrès des travaux statistiques; par M. Ad. QUETELET. Bruxelles, sans date; br. in-8°.

(*La suite du* Bulletin *au prochain numéro.*)

ERRATUM.

(Séance du 1^er^ mars 1869.)

Page 531, lignes 18 et 19, *au lieu de* l'appareil dont il a déjà plusieurs fois été question dans les séances de l'Académie, *lisez* l'appareil qui a été l'objet d'un Rapport à l'Institut, le 18 janvier dernier.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 15 MARS 1869.

PRÉSIDENCE DE M. CLAUDE BERNARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

GÉOLOGIE. — *Aperçu de la géologie du désert d'Égypte;* *par* **M. Richard Owen.**

« Pendant un voyage récent en Égypte, d'où je reviens en ce moment, j'ai visité un grand nombre de localités du désert dans le but de faire des observations géologiques, et j'ai eu l'avantage d'étudier les sections des dépôts du désert dans les tranchées du canal de Suez, actuellement en cours d'exécution, entre Ismaïlia et Suez, près des Lacs amers : je désire soumettre à l'Académie un résumé succinct des conclusions auxquelles conduisent ces observations

» J'ai recueilli des débris organiques fossiles dans les localités suivantes : dans les environs du Caire; à Memphis; dans les plaines de Kalaiat-Raian, appartenant au désert de Libye, remarquable par l'abondance des troncs pétrifiés (silicifiés) de palmiers et d'autres arbres qu'on y rencontre; dans les roches calcaires, à Beni-Hassam; dans le ravin du Babel-Molook, conduisant aux tombeaux des Rois, à Thèbes; et enfin, le long du canal d'eau salée, entre Port-Saïd et Suez, et des travaux connexes où se montrent si bien

l'esprit entreprenant, l'habileté dans l'art de l'ingénieur et l'indomptable persévérance de M. Ferdinand de Lesseps et de l'état-major exemplaire de la Compagnie du canal de Suez.

» La réunion des témoignages fournis par les débris organiques ainsi recueillis confirme la présomption que le désert est le lit soulevé d'une ancienne mer. Les observations faites dans les différentes localités démontrent, en outre, la longueur de la période géologique durant laquelle les éléments minéralogiques des grès, des calcaires, des marbres, des albâtres, du calcaire nummulitique, des argiles gypseuses, des bancs coquilliers, des couches argilo-calcaires peu consistantes, des sables et des poussières du désert, ont été répandus sur le fond de cette ancienne mer, qui a été finalement déplacée par le soulèvement de l'isthme à travers lequel, d'ici à peu de mois, les eaux marines seront conduites de nouveau, par le canal de Suez, de la Méditerranée à la mer Rouge. Les débris organiques que j'ai observés indiquent un laps de temps qui s'étend de l'oolithe supérieure et des terrains crétacés aux époques tertiaires de l'éocène ancien et du miocène moyen.

» La correspondance, sous le rapport des débris organiques fossiles (Carcharodon, etc.) entre les dépôts les plus récents et les plus largement répandus du désert et les couches miocènes à Malte est une des indications de l'étendue de ce lit de mer tertiaire.

» Dans les tranchées actuellement en progrès rapide entre Ismaïlia et Suez, les couches sont pour la plus grande partie dans une position horizontale; çà et là cependant une légère obliquité indique un excès local de la force soulevante. Au Serapeum, près le grand bassin des Lacs amers, les couches se composent principalement de sable fin, quelquefois légèrement aggloméré, contenant beaucoup de silex, auxquels s'associent quelquefois de nombreux nodules d'argile endurcie. Après 6 à 8 ou 10 pieds de ces dépôts, on voit alterner avec eux des lits minces d'une substance calcaire friable et de dépôts gypseux plus ou moins consistants indiquant des changements de condition dans les sources d'où dérivaient les matières qui venaient se déposer dans cet ancien lit de mer.

» Plus près de Suez, en approchant de Salouf, des sables plus grossiers, avec une argile molle, blanchâtre, forment la masse de la section, mais présentent des couches minces alternantes de matière argileuse. Rarement, çà et là, vers le fond du canal, les dépôts ont un degré de dureté qui exige une manœuvre spéciale de la drague et un mode de travail analogue à celui que réclament les roches dures.

» Au nord des Lacs amers, les dépôts ont principalement un caractère argileux et M. Lavalley a constaté que le fond du petit lac est formé par une argile gypseuse alternant avec quelques lits de sable.

» Le long du canal compris entre Port-Saïd et Ismaïlia, par lequel le lac Timsah vient d'être rempli de nouveau par les eaux de la Méditerranée, le travail des grandes et ingénieuses machines à draguer imaginées et mises en activité par l'habile ingénieur, M. Lavalley, ramène généralement un sable marneux fin, comme celui du désert, remplacé occasionnellement par des couches d'argile de différents degrés de ténacité.

» La réunion de toutes ces observations fait naître l'idée d'un ancien arrangement de la terre et de la mer, dans les lieux où se trouve aujourd'hui l'Afrique, aussi différent des conditions géographiques actuelles qu'il l'était en Europe pendant les périodes tertiaires ancienne et moyenne.

» C'est lorsque la formation du présent continent de l'Afrique fut assez avancée pour recevoir les pluies et les neiges fondues des chaînes de montagnes soulevées, et donner la direction requise aux eaux courantes, que durent commencer ces dépôts annuels du Nil, reposant sur l'ancien lit graduellement ascendant de la mer, dont est formé, comme l'avait reconnu Hérodote, le sol cultivable de l'Égypte.

» Les sondages suggérés par M. Léonard-Horner et conduits sous la direction de l'éminent savant et habile ingénieur Hekekian-Bey, ont fourni une base pour estimer une partie de la période de temps durant laquelle cette remarquable et presque exceptionnelle condition de formation du sol a été en progrès. Ce qui caractérise spécialement l'Égypte, c'est la démonstration qu'elle présente de cette création et préparation annuelle de la terre sèche. Et, singulière antithèse! cette partie la plus récente et la dernière formée de la surface habitable de la terre a été le séjour des réunions d'hommes les plus anciennement civilisées et gouvernées. Les découvertes faites à Saggarah et à Memphis, par M. Mariette-Bey, paraissent avoir établi que l'époque de Chephren, le fondateur de la seconde pyramide, se rapporte au troisième règne de la IV^e dynastie de Manethon, qui ne remonte pas à moins de 6000 ans avant le moment actuel.

» Pendant que je suis sur ce sujet, je puis remarquer que les physionomies des statues, statues-portraits très-bien sculptées, d'individus vivant entre les IV^e et VIII^e dynasties de l'ancien empire d'Égypte (1), indiquent

(1) Mariette-Bey, *Tableau des dynasties égyptiennes*, p. 15 : *Notice des principaux monuments*. Paris, 1868.

qu'ils tiraient leur origine d'une source orientale ou septentrionale et non d'une source éthiopienne. On peut inférer de l'absence totale d'aucune figure des quadrupèdes solipèdes, cheval ou âne, dans les représentations nombreuses et soignées de la vie ordinaire et des animaux domestiques, que l'immigration des fondateurs de la civilisation égyptienne, s'ils sont venus d'un pays où les solipèdes existaient, a eu lieu à une époque antérieure à la subjugation et à la domestication de ces quadrupèdes. L'invasion des pasteurs arabes (hycksos ou shecksos) vers le milieu de la période du « Moyen Empire » de Mariette-Bey, se rapportant de la XV^e à la XVII^e dynastie, a amené en Égypte le cheval et l'âne en domesticité, et ils se sont multipliés rapidement dans ce pays fertile. Le cheval et le chariot ne manquent jamais, après cette époque, dans les fresques hiéroglyphiques des tombeaux et des temples.

» Une liste complète et détaillée des débris organiques mentionnés dans cette rapide esquisse, sera préparée après mon retour au British Museum, où ils seront l'objet des comparaisons nécessaires. »

SÉRICICULTURE. — *Lettre adressée à* M. Dumas *par* **M. L. Pasteur**, *à propos d'une Lettre de* M. Cornalia, *sur la méthode proposée pour régénérer les races de vers à soie* (1).

« Je viens de recevoir une Lettre fort intéressante de M. Cornalia sur la maladie des vers à soie. La lecture de cette Lettre m'a causé la vive satisfaction qu'éprouve un expérimentateur en recevant d'une parole autorisée la confirmation de ses travaux.

» L'éminent Directeur du Muséum d'Histoire naturelle de Milan affirme à diverses reprises que ma méthode est seule capable de régénérer les belles races de vers à soie de France et d'Italie, et il en donne une nouvelle et remarquable démonstration.

» Dans un seul passage de sa Lettre, il met en doute un des résultats que j'ai donnés comme certains dès le commencement de l'année dernière. C'est au sujet de l'hérédité de la maladie des morts-flats. Je vous enverrai prochainement de nouvelles preuves péremptoires de la parfaite exactitude de mon assertion.

» M. Cornalia n'a pas assez remarqué la distinction que j'ai établie,

(1) L'Académie a décidé que cette communication, bien que dépassant en étendue les limites réglementaires, serait insérée en entier au *Compte rendu*.

entre les circonstances où cette maladie est accidentelle et celles où elle est héréditaire. Il est très-exact que le petit ferment en chapelets de grains que j'ai découvert dans la chrysalide, et que je considère comme le témoin de la prédisposition héréditaire à la maladie des morts-flats, n'existe jamais ni dans les œufs ni dans les tissus de l'insecte, mais il n'y a pas lieu d'inférer le moins du monde que ce soit là une preuve de la non-hérédité de la maladie dont il s'agit. Pour démontrer à mon savant confrère de l'Institut lombard que la maladie des morts-flats peut être héréditaire, il me suffira, je pense, de lui adresser plusieurs lots de graines, et de lui annoncer d'avance que les vers qui en naîtront périront tous entre ses mains de cette maladie. »

Lettre de **M. Cornalia** *à* M. Pasteur.

« Le Rapport que vous avez publié récemment sur la maladie des vers à soie, et que vous avez eu la bonté de m'envoyer, a vraiment marqué un grand progrès dans la question. Appuyé sur un grand nombre de faits, exposés avec l'ordre et la netteté qu'un observateur bien exercé peut seul obtenir, vous avez établi comme un axiome que la graine saine provenant de papillons sains et cultivés avec des soins particuliers doit fournir non-seulement un bon produit, mais encore des papillons sains, qui, à leur tour, donneront de la graine saine. C'est ainsi qu'est proclamée, avec l'autorité de votre parole, l'utilité du microscope, que moi-même et plusieurs de mes compatriotes, nous avons soutenue dans toutes les occasions où de nouvelles expériences et de nouvelles observations le permettaient.

» Quelques-uns de mes amis, en effet, depuis plusieurs années, font des récoltes merveilleuses de cocons en choisissant les graines exemptes de corpuscules, graines que je leur indiquais d'après des examens très-consciencieux. Pour opérer en grand et obtenir de bonnes récoltes, c'était encore le meilleur moyen, et on doit l'employer encore, avant que l'examen des papillons et leur choix puissent être appliqués par le commun des cultivateurs.

» Avec l'examen au microscope, limité aux œufs, on ne fait certainement qu'une demi-expérience. Quoique plus pratique, la méthode était imparfaite, et les insuccès qu'on observait pouvaient être attribués, sans parler de certains mauvais procédés d'éducation, à la recherche des corpuscules, dans la graine seulement, car toute graine saine ne donne pas nécessairement des papillons sains.

» Ces faits, on pouvait déjà les prévoir, en observant qu'une graine atteinte dans la proportion de 4 pour 100, par exemple, si elle provenait de

nos races, ou de 8 ou 9 pour 100, si elle était de race japonaise, donnait déjà des résultats médiocres. En effet, les corpuscules, sur lesquels j'ai insisté tant de fois, sont les caractères sensibles de la maladie, mais des graines pouvaient être déjà atteintes du mal originel sans en avoir les indices microscopiques. En examinant les œufs d'une femelle corpusculeuse, tels qu'ils se trouvent disposés en chapelets dans les ovaires, on ne les trouve pas tous pourvus de corpuscules.

» Afin donc de faire une expérience définitive, et pour avoir la certitude de l'état parfait de la santé de la graine, sans qu'on la puisse soupçonner d'infection primitive latente, rien de mieux que d'examiner les papillons avant ou après la ponte, afin de refuser tout ce qui proviendra d'un couple infecté. Cette méthode, plus rationnelle quoique plus difficile à suivre, que vous avez proclamée, *et que je crois la seule capable de régénérer nos races*, si on la combine avec les soins d'éducation, a été expérimentée à Milan l'année dernière, avec un succès complet. Ce sont ces résultats, que j'ai publiés en peu de mots dans ma Lettre adressée au directeur de la *Perseveranza* et que vous avez eu la bonté de citer en note dans votre Rapport (p. 40), que je vous demande la permission de décrire avec quelques détails, en ajoutant les corollaires que l'éducation de 1868 en Lombardie nous permet de formuler.

» Dans le mois de juin de l'année 1867, je recevais de Zara une chambrée de cocons, de la plus belle race qu'on puisse voir, l'ancienne race d'Italie cultivée sur la côte de Dalmatie, non loin des rivages de l'Adriatique. Ces cocons, 1 kilogramme environ, contenaient leurs chrysalides vivantes. Quelques-unes de ces chrysalides, qui n'étaient pas encore parfaites et que j'observai tout de suite dans mon laboratoire, ne me donnèrent aucune trace de corpuscules. C'est alors que me vint l'idée d'appliquer votre méthode à un grainage obtenu de papillons sains et élevés avec tous les soins que la science nous indique maintenant, et en tenant pour certain que la maladie des corpuscules est à la fois héréditaire et contagieuse.

» Ce furent mes amis M. le Marquis Crivelli et M. Bellotti qui se prêtèrent à cette expérience. Les papillons éclos avaient un aspect des plus séduisants et, examinés par ces Messieurs, ils se montrèrent tout à fait exempts de corpuscules. Voilà donc une graine parfaitement saine, produite par des générateurs sains, qui donnait les plus belles espérances non-seulement d'un grand produit en cocons, mais encore d'une production ultérieure de papillons sains et de graine saine pour l'éducation de 1869.

» M. Crivelli choisit, dans ses propriétés, celle d'Inverigo, au milieu de la Brianza, pour élever cette graine dans le but d'y mettre en pratique tous les soins nécessaires. Il partagea cette graine en trois portions, dont l'une fut donnée à un paysan qui habite au milieu même du village; une deuxième fut élevée par lui-même, dans une serre tout ouverte de son jardin et presque dans le voisinage de locaux où l'on élevait d'autres graines, et enfin la troisième fut confiée à un paysan habitant une maison tout à fait isolée.

» Il n'est pas nécessaire d'ajouter que la méthode d'éducation suivie par M. le Marquis Crivelli est la plus logique, et celle qu'une longue observation donne pour la seule bonne, c'est-à-dire une propreté extrême, un aérage abondant, une chaleur assez soutenue, une certaine précocité dans toute l'éducation, etc., etc. Mais soupçonnant, lui aussi, le caractère contagieux de la maladie, il avait choisi, pour y élever la troisième portion de sa graine, la localité isolée que je viens d'indiquer. Dans ce local, on avait de plus pratiqué d'abondantes fumigations au chlorure de chaux, parce que cette même maison avoit servi d'hôpital pour quelques cholériques à Inverigo, en 1867. Dans un rayon d'à peu près 500 mètres, tout autour de la maison, il n'y avait aucune éducation de vers à soie, et, comme cette maison se trouve entourée de nombreuses haies de mûriers, on pouvait ordonner au colon d'employer leurs feuilles seulement pour nourrir les vers en expérience. Cette dernière précaution était inspirée par la crainte que des mûriers, croissant tout près d'autres chambrées, ne pussent avoir leurs feuilles souillées par des corpuscules transportés par les courants d'air qui circulent près des magnaneries infectées.

» Les éducations ont marché toutes trois merveilleusement, comme toutes les chambrées de la propriété d'Inverigo, où M. le Marquis Crivelli éleva 210 onces de graine qui n'avait pas plus de 2 pour 100 de maladie. De ces 210 onces, il a obtenu 10 176 kilogrammes de cocons : en moyenne, 48 kilogrammes par once. Les trois portions de graine de Zara produites par des papillons sains ont réussi mieux encore, car elles ont donné un maximum de produit s'élevant jusqu'à 62 kilogrammes par once. Et je me permets de me faire garant de ces résultats.

» Comme vous pouvez bien vous l'imaginer, M. le Marquis Crivelli destina au grainage pour l'année prochaine les cocons produits par cette dernière qualité de graine, et il se mit à l'œuvre avec ardeur et avec la plus grande espérance d'une excellente réussite. Mais toutes ses peines ne furent pas couronnées d'un égal succès.

» L'examen des chrysalides répondit parfaitement aux prévisions, c'est-à-dire qu'elles se montrèrent également saines dans les trois éducations de la graine de Zara, tant dans celle qui avait été faite en serre dans son jardin que dans celles qui avaient été effectuées au milieu du village d'Inverigo et dans la maison isolée dont je vous ai parlé plus haut.

» L'examen microscopique des papillons donna un résultat tout différent. Ceux qui provenaient des cocons des deux premières éducations nous offrirent une large proportion de papillons corpusculeux. Au contraire, ceux qui étaient sortis de la maison isolée se montrèrent d'une parfaite santé; pas un ne nous présenta de corpuscules, soit en sortant du cocon, soit pendant le grainage, soit enfin dans la décrépitude ou après la mort. Et pourtant on avait dans l'éducation conçu pour ceux de la serre une grande espérance, car les années précédentes on y avait fait de très-bons grainages.

» Voilà un résultat bien décisif; car la graine était la même, et les soins également les mêmes pour les trois éducations, sauf certaines circonstances sur lesquelles il est très-important d'insister.

» Partout la même abondance d'air, partout les chambrées également espacées, partout une nourriture excellente. Les circonstances différentes se rapportaient uniquement aux effets de la contagion, au transport des corpuscules .En effet, les papillons ne se sont montrés sains que dans l'éducation isolée, opérée dans les chambres qu'on avait préventivement désinfectées, et dont les vers avaient été nourris avec une feuille également isolée.

» Voilà une donnée positive, voilà ce qu'il faut ajouter pour obtenir des résultats sûrs. Aux soins ordinaires d'une éducation conduite avec toute l'attention possible, relativement à la température, à l'aérage, à l'abondance de nourriture, etc., il faut joindre un isolement des chambres et des mûriers d'au moins 500 mètres et *une graine saine déposée par des papillons sains*, cultivée avec des soins particuliers dans des locaux isolés désinfectés avec le chlore, et avec une certaine précocité (1) afin d'obtenir l'isolement.

» L'expérience n'a pas été faite sur une échelle trop petite, car M. Crivelli a pu obtenir 480 onces de cette graine parfaite, et c'est dans

(1) Le but de la précocité est d'éviter la contemporanéité des éducations exceptionnelles avec toutes les autres éducations, d'éviter que les vers des éducations pour graine soient encore à la bruyère au moment même où les éducations ordinaires sont à la dernière mue, époque de la plus grande production des corpuscules.

cette éducation qu'on a pu recueillir un maximum de 62 kilogrammes de cocons par once.

» M. Bellotti, à qui j'avais donné également l'autre lot de graine saine, et qui l'a cultivée à Varèse avec tous les soins qu'il a l'habitude d'employer, a obtenu un grand produit en cocons; mais les papillons sortis présentèrent des corpuscules : *il n'avait pas isolé sa chambrée.*

» Voilà pourquoi dans quelques localités des Apennins, de la Dalmatie ou de l'Istrie on fait encore de bonnes récoltes et une bonne graine. Les habitations y sont bien plus isolées que chez nous; elles sont situées au sommet des collines, et dans des conditions très-favorables pour éviter la contagion. Pourtant, dans ces localités qui peuvent encore donner des graines absolument privées de corpuscules, les parties formées de papillons sains sont très-rares, et l'on ne peut les retrouver que dans des chambrées faites exclusivement pour avoir de la graine saine; de même, chez nous il est difficile de pouvoir réunir les conditions nécessaires pour arriver à ce but.

» Voici pour cette année comment la chose s'est passée en Istrie. Depuis plusieurs années j'observais, moi-même, les graines que MM. Villanova de Farra, non loin de Trieste, voulaient élever dans leur vaste propriété (ils élèvent quelques milliers d'onces). Ils se trouvaient toujours bien de mes pronostics et ils ont voulu cette année expérimenter l'examen des papillons des chambrées à acheter pour obtenir leur graine. Je leur ai, en conséquence, envoyé M. Gaddi, qui pendant plusieurs années de suite s'est exercé dans mon laboratoire à l'emploi du microscope. Il est parti avec son instrument pour l'Istrie, et a parcouru plusieurs localités au moment de la récolte des cocons. Ainsi il a fait ses observations à Villanova, à Mentone, à Pisino, à Pinguente, etc.

» Dans cette pérégrination il a examiné cinquante-quatre différents lots de cocons, en commençant par l'examen des chrysalides, dans le but de rejeter ceux qui les montraient déjà malades. Je pourrais publier le compte rendu très-détaillé qu'il a eu la bonté de me remettre, et dans lequel on peut trouver des données bien précieuses.

» Sur cinquante-quatre lots différents, cinq seulement, les n^{os} 8, 11, 17, 35, 49, n'ont montré que 10 pour 100 de corpuscules, et présentaient donc des chances favorables pour obtenir des papillons assez sains; quelques-uns ont montré une santé parfaite.

» Avant d'aller plus loin, il faut observer que d'un même lot de chrysalides on peut avoir des proportions différentes d'individus sains et

d'individus malades, selon leur maturité. Les chrysalides qui viennent de se métamorphoser participent de l'état du ver; celles qui sont âgées de plusieurs jours, au contraire, participent de l'état du papillon.

» Je pourrais vous citer une observation (n° 36) dans laquelle les chrysalides à peine formées présentaient seulement 4 pour 100 de sujets infectés, et après quelques jours le même lot donnait 70 pour 100 de chrysalides corpusculeuses.

» Ainsi, on pourrait établir la proposition que les chrysalides qui viennent de se former présentent le même degré de maladie que la graine correspondante. Celles, au contraire, qui sont près de se transformer en papillons présentent une infection trois fois plus forte (1).

» Des lots dont on pouvait espérer une production de bons papillons, d'après l'examen des chrysalides, trois seulement se sont montrés encore sains dans les papillons, et d'une santé qu'on pourrait dire florissante.

» Voici le résultat des observations faites sur ces trois lots :

	Chrysalides.			Papillons.			Graine.		
	Nombre des individus observés.	Individus malades.	Maladie pour 100.	Nombre des individus observés.	Individus malades.	Maladie pour 100.	Nombre des œufs observés.	OEufs malades.	Maladie pour 100.
N° 11...	31	0	0	141	3	2	116	0	0
N° 17...	32	1	3	133	1	0,75	205	0	0
N° 35...	80	1	1,25	1268	18	1,5	215	0	0

» Vous voyez, Monsieur, qu'on a fait de nombreuses observations pour chaque cas; ces observations se sont succédé dans un certain nombre de jours, c'est-à-dire du 14 juin au 4 juillet. Des 1268 papillons examinés dans le lot n° 35, 345 étaient des plus beaux par leur aspect, 38 étaient des moins beaux, et 885 étaient des couples séparés par la méthode cellulaire. C'est avec ces graines excellentes que MM. les frères Levi attendent la campagne de l'année prochaine. La qualité des cocons est aussi des plus belles.

» M. Crivelli n'a pas eu un résultat moins heureux avec la partie cultivée isolément dont je vous ai parlé précédemment. 30 chrysalides, moitié mâles, moitié femelles, ont été trouvées toutes saines; parmi 60 papillons de la

(1) Observation n° 7... Chrysalides, 8 pour 100; graine, 3 pour 100 de maladie.
» n° 25... » 20 pour 100; » 6,7 pour 100 »
» n° 43... » 33 pour 100; » 12 pour 100 »

même chambrée, dont 30 mâles et 30 femelles, une seule femelle a présenté des corpuscules. Pas un œuf sur 150 ne s'est montré malade. Cette graine, qu'on peut dire parfaite, on l'élèvera dans la maison même que je vous ai indiquée plus haut, maison éloignée des autres chambrées, où l'on a déjà pratiqué et où l'on renouvellera la désinfection par le chlore.

» J'ai tâché plus haut d'établir une proportion entre la maladie des chrysalides et celle des papillons et des œufs. Cette proportion est difficile à établir à cause de l'époque différente à laquelle on fait les examens, principalement pour les chrysalides. Si l'on observe celles-ci trop tôt, on peut avoir 0 pour 100 dans les chrysalides; 30, 50, 60 pour 100 dans les papillons; et avoir encore 0 pour 100 dans les œufs qui en proviennent. Les mêmes proportions ont été trouvées par M. Crivelli.

» On voit que les corpuscules se reproduisent avec une rapidité incroyable, et quelquefois dans les derniers moments de l'existence de la chrysalide, alors que les œufs eux-mêmes sont déjà formés, ce qui explique le grand nombre de papillons corpusculeux dans un lot où cependant les œufs en sont presque exempts. Si donc les chrysalides présentent des corpuscules, on est sûr d'en trouver aussi dans les œufs, mais dans une proportion plus faible. Alors la maladie est moindre d'un tiers ou de moitié dans les œufs. Tout dépend de l'époque d'invasion de la maladie.

» Dans des expériences de grainage cellulaire, on a constaté le peu d'aptitude qu'ont les mâles à communiquer les corpuscules aux femelles. Dans des tableaux rédigés par M. Crivelli, lorsque le mâle était malade et la femelle saine, les œufs étaient constamment sains. Est-ce que les spermatozoïdes entrent dans l'œuf par des ouvertures qui ne laissent pas pénétrer les corpuscules?

» Des registres d'observations microscopiques que je possède, je puis encore déduire que la maladie des œufs est fréquemment le dixième de celle que présentent les papillons. En voici quelques exemples :

	Œufs.			Papillons.		
	Nombre des œufs observés.	Nombre des œufs malades.	Maladie pour 100.	Individus observés.	Individus malades.	Maladie pour 100.
1re observation.	50	4	8	20	16	80
2e observation.	50	3	6	20	12	60
3e observation.	75	7	9	15	14	95
4e observation.	45	4	8-9	20	17	85

» De tout ce que je viens de dire, on peut tirer les corollaires suivants :

» 1° Une graine saine pour le microscope peut provenir de papillons malades, et même bien malades;

» 2° Une graine saine pour le microscope peut donner et donne ordinairement de grands produits en cocons, mais elle peut être incapable de donner de la graine saine après son éducation;

» 3° La santé absolue d'une graine provenant de papillons sains, qui ne présentent que 4 ou 5 pour 100 de malades, est déjà une donnée excellente pour constater son aptitude à produire des papillons sains, capables de donner de la graine saine;

» 4° Pour être sûr de ce résultat, il faut ajouter une éducation spéciale, c'est-à-dire pas trop considérable, un peu précoce, avec beaucoup d'air, une grande propreté, une nourriture saine et abondante, et assurer l'isolement des chambres où l'on fait l'éducation, ainsi que celui des mûriers qui doivent fournir la feuille. Cet isolement peut varier certainement; on pourrait le limiter maintenant à 500 mètres. Ces limites, on les fixera mieux par la suite, quoiqu'on puisse déjà décider que la distance doit être en proportion des chambrées infectées dans le voisinage. Les 500 mètres seront suffisants, par exemple, s'il n'y a pas, à une petite distance, de gros villages avec de grandes chambrées, et si les conditions météorologiques et la disposition des locaux ne peuvent pas favoriser le transport des corpuscules. Enfin, on doit prescrire les fumigations préalables des locaux avec du chlore.

» La recherche des lots offrant des papillons sains est certainement difficile et pénible, et l'on ne peut être sûr d'en trouver toujours où l'on veut; mais si c'est une condition indispensable, il faut bien faire tous ses efforts pour y réussir.

» C'est à cause de cette difficulté qu'en Italie le nombre de ceux qui suivent cette voie est encore très-restreint. La question est trop ardente pour un pays où toute l'agriculture était sacrifiée au produit des vers à soie. Ici, on veut faire des cocons à tout prix, et voilà pourquoi les cultivateurs payent les cartons du Japon des prix fabuleux, plus qu'on ne fait en France, pour être sûr d'un produit abondant. Chez nous, on préfère payer les cartons 20 et 30 francs chacun, plutôt que de *perdre du temps dans des expériences*, ce qui est pitoyable; car, outre l'énorme capital en argent qui sort du pays, qui assure que l'on pourra continuer à en tirer de ces lointains parages? Plusieurs causes peuvent en tarir la source, qu'il est inutile d'indiquer ici : car les cartons aussi se présentent corpusculeux; il y en a qui nous ont présenté 25 pour 100 d'œufs corpusculeux.

» C'est pour cela encore qu'il faut faire des reproductions, en se guidant par le microscope. Sous ce rapport, je crois, Monsieur, avoir été utile à mon pays; car ceux qui font de bons examens microscopiques et qui règlent leurs éducations sur les données fournies par cet instrument s'en trouvent toujours bien.

» Les tentatives pour la régénération de nos races sont donc à mes yeux toutes louables, et j'insiste toujours pour qu'elles se multiplient. Et, d'après ce que je viens de dire, *ce ne sera que par l'examen des papillons* qu'on y pourra réussir.

» Cette année, la maladie des morts-flats a fait aussi de grands ravages chez nous. Des papillons, issus de lots atteints de cette maladie, m'ont présenté les petits corps que vous décrivez et figurez très-bien dans votre Rapport. Déjà, en juin dernier, M. Crivelli me présenta des papillons dans lesquels il avait, de son côté, fait cette observation. C'est une myriade de ces granulations du ferment en chapelet qu'on voit dans le champ du microscope.

» Je puis ajouter qu'ayant observé deux fois des graines dont les papillons m'ont présenté une foule de granulations en chapelet, ces mêmes œufs ne m'ont pas offert de traces de ces corps. Les corpuscules ordinaires, ou, comme vous avez dit, les *corpuscules de Cornalia*, peuvent se trouver mêlés aux corpuscules en chapelet des morts-flats. Cette maladie est connue depuis bien longtemps chez nous. Tous les traités sur l'éducation des vers à soie en parlent; dans ma *Monographie*, je lui ai dédié un Chapitre.

» Dans ces dernières années (1863, 1864), ce fut le Rév. Buzzoni qui, avec une louable insistance, a démontré que plusieurs des échecs arrivés à nos chambrées n'étaient pas dus à la pébrine, mais bien à la maladie des morts-flats.

» Je ne saurais encore me prononcer sur les causes de cette maladie; l'identité que vous avez trouvée, entre ces graines en chapelet et le ferment produit par la feuille du mûrier, vous conduit à considérer comme cause une fermentation des aliments par une mauvaise digestion. Cela pourrait être; mais le ravage des morts-flats s'observe en tant de circonstances différentes, que cette cause ne suffit pas pour en donner l'explication. Il serait trop long de discuter ici sur ce sujet. Dans ma *Monographie du ver à soie*, j'en parle et je l'attribue beaucoup à une altération de la fonction respiratoire; mais cette supposition même ne satisfait pas non plus entièrement, il faut d'autres observations pour cela.

» Cette maladie, je ne la crois pas héréditaire, ni logée dans la graine. A l'appui de cette assertion je pourrais faire observer que M. Crivelli, dans toutes ses éducations, n'a pas eu un seul ver mort-flat, tandis que plusieurs personnes, qui élevaient de la graine donnée par lui et identique à la sienne, ont beaucoup souffert de cette maladie dans leurs chambrées. Peut être sont-ce des défauts d'éducation jusqu'à présent mal appréciés qui en sont la cause.

» Cette maladie détruit toute espèce de vers; elle fait cependant moins de ravages sur les races japonaises qu'on élève avec tant de préférence dans l'Italie du Nord, et qu'il faut laisser élever jusqu'à ce que les méthodes que nous conseillons, appuyées par des résultats toujours plus décisifs et plus constatés, se soient fait jour dans la généralité des éleveurs. Jusqu'à présent, ils s'attachent aux moyens qui leur offrent quelques chances de réussite sans exiger de prévoyance.

» A mon sens, il vaut bien mieux tâcher d'améliorer les races du pays, races qui sont bien supérieures en qualité, et qui, avec les moyens indiqués par la science, pourraient bientôt se répandre davantage : les filateurs payent au delà d'un franc de plus par kilogramme. Notre Gouvernement est de cet avis, et M. le Ministre de l'Agriculture (1) a proposé des prix pour les meilleurs grainages obtenus dans le pays.

» Dans l'Italie centrale et méridionale, on fait un usage plus limité des cartons japonais, car les races de ces localités se sont bien mieux conservées; ce résultat est dû, je crois, aux éducations plus restreintes, plus isolées, et, par cela même, plus soignées qui s'y pratiquent. M. le professeur Studiati, de Pise, vient de publier en effet une petite brochure très-précieuse pour moi, car, bien qu'il n'ait jamais observé au microscope les papillons, mais seulement les œufs, il a obtenu dans ces dernières années de la graine toujours saine en exagérant les soins que nous conseillons toujours et auxquels il faut ajouter les fumigations que je crois maintenant nécessaires. Un autre éducateur, M. Torelli, près de Varèse, a obtenu des papillons sains; mais aussi la propreté extrême, l'isolement, la désinfection avaient été pratiqués dans sa chambrée.

» Je ne veux pas continuer cette Lettre, déjà peut-être trop longue. Je suis heureux d'avoir pu vous rendre compte de ce qu'on a fait chez nous, à propos des moyens capables d'améliorer les races de vers à soie. Nous allons lentement peut-être, mais nous marchons d'un pas sûr. Plusieurs

(1) M. Ciccone, bien connu des éleveurs de vers à soie par ses travaux.

années d'expériences nous ont prouvé l'utilité des observations microscopiques (1), sur la graine au moins, pour faire des cocons.

» Quoique persuadé que l'examen des papillons aurait pu être plus utile, nous ne l'avons pas encore pratiqué parce qu'il est plus difficile. Vous en avez montré la nécessité pour faire non-seulement des cocons, mais aussi de la graine saine. D'après vos conseils, on a procédé de la sorte sur une échelle assez vaste et on a obtenu des résultats merveilleux, non-seulement comme production de cocons, mais aussi comme reproduction de graines.

» L'expérience qu'on fera cette année à Inverigo, chez M. le marquis Crivelli, sera, je l'espère, décisive; la pratique viendra sanctionner les résultats et les prévisions de la science. La graine, tout à fait exempte de corpuscules, produite par des papillons sains, sera élevée, comme je vous l'ai déjà dit, dans la maison isolée qui a servi l'année passée, avec les mêmes soins, avec la feuille récoltée sur du mûrier également isolé et dans des chambres où l'on a déjà pratiqué les fumigations de chlore. Avec ces dispositions préalables, je ne saurais mettre en doute les bons résultats. Vous me permettrez de vous les communiquer. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉCANIQUE. — *Note sur le pendule à oscillations elliptiques; par* **M. H. Resal.** (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Liouville, Bertrand, Delaunay.)

« Lorsque l'on imprime à un pendule simple, peu écarté de la verticale du point de suspension, une vitesse non comprise dans le plan qu'il détermine avec cette droite, de telle manière que le fil reste tendu, son extrémité décrit, en projection horizontale, une courbe dont les sommets se déplacent dans le sens du mouvement d'une révolution à la suivante.

» La théorie ordinaire du pendule conique exposée dans les Traités de Mécanique rationnelle ne rend pas compte de ce fait, puisqu'elle donne une ellipse fixe pour la courbe décrite.

» Lagrange, dans une savante analyse qu'il est assez difficile d'introduire dans l'enseignement des Écoles spéciales et des Facultés, ne paraît pas avoir eu connaissance du fait précité, quoique sa théorie en rende parfaitement

(1) Elle a été aussi proclamée récemment par M. le professeur Salimbeni, de Modène, dans deux Lettres publiées il y a quelques mois.

compte, moyennant toutefois la rectification, faite par Bravais, d'une erreur de calcul.

» Dans cette Note, je montre comment, par une légère modification apportée à la théorie ordinaire du pendule conique, non-seulement on retombe sur les résultats obtenus par Lagrange et Bravais, mais encore on établit que la courbe dont il s'agit est une ellipse tournant autour de la projection horizontale du point de suspension, avec la vitesse angulaire

$$\frac{3}{4}\theta_0\theta_1\sqrt{\frac{g}{l}},$$

l étant la longueur du pendule; θ_0, θ_1 les écarts maximum et minimum; g l'accélération de la pesanteur.

» Je n'ai trouvé nulle part de traces de ce résultat. »

HYDRAULIQUE. — *Sur les propriétés de divers systèmes de moteurs hydrauliques à mouvement alternatif; par* **M. A. DE CALIGNY.**

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

« Les moteurs hydrauliques à mouvement alternatif, que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie, se divisent en trois classes dont les propriétés ont été quelquefois confondues, quoiqu'elles soient essentiellement différentes.

» Dans le moteur hydraulique à flotteur oscillant, le poids du flotteur étant constant, le travail qu'il doit faire à chaque période ne peut varier beaucoup pour une chute motrice donnée, mais la résistance à vaincre peut varier, pourvu que la quantité de travail total à surmonter ne varie pas trop sensiblement.

» Dans un Rapport favorable sur la première forme de ce système, fait à la Société Philomathique par M. Combes, on lit : « La vitesse du flotteur, » aux extrémités de la course, s'éteindra en effet par degrés insensibles, » sans aucun choc, ni perte de forces, comme la vitesse d'une colonne » d'eau oscillante, et, de plus, il est tout à fait impossible qu'il survienne » à cette époque un choc entre corps solides, comme cela arrive souvent, » par la maladresse des machinistes, dans les machines à vapeur à simple » effet et les machines à colonne d'eau. »

» Je conviens que, dans le cas où il y aurait nécessairement un arrêt fixe, il y aurait des précautions à prendre. Le poids du flotteur devrait être réglé relativement à la résistance à vaincre, de manière à ne pas le faire

descendre trop vite, et à lui laisser le temps d'éteindre convenablement sa vitesse dans la colonne d'eau oscillante, pendant que celle-ci remonte. Mais ces précautions n'ont pour objet que des circonstances exceptionnelles, sans doute très-rares. Tel serait le cas où, comme dans les expériences qui ont été l'objet d'un Rapport favorable à l'Institut, le 7 octobre 1844, par M. Lamé, en son nom et en celui de MM. Cordier et Poncelet, l'appareil serait employé à soulever alternativement un mouton à déclic qui, dans ces expériences, était de 55 kilogrammes.

» On voit qu'il n'est pas indispensable, pour obtenir ce que les mécaniciens appellent des *points morts*, de transformer le mouvement alternatif en mouvement circulaire, comme on le pourrait dans les circonstances où l'on n'aurait pas à transmettre ainsi de la vitesse à une masse telle que celle d'un mouton.

» Le nombre de périodes de ce système, même pour toutes ses formes (1), est, dans un temps donné, limité par la longueur de la colonne liquide oscillante. J'ai inventé un autre système de moteurs pouvant avoir un beaucoup plus grand nombre de périodes dans un temps donné, et pouvant marcher sur des chutes motrices très-variables, en surmontant des résistances qui peuvent aussi être très-variables sans qu'il s'arrête.

» Si une colonne liquide ayant une vitesse acquise descend au-dessous d'un piston, celui-ci peut être mis en mouvement de haut en bas par l'atmosphère. Quand la vitesse de cette colonne sera plus ou moins grande, le chemin parcouru par la résistance sera plus ou moins grand, mais cette résistance sera surmontée, pourvu que la pression atmosphérique soit suffisante. Si cette résistance est elle-même variable, le chemin qu'elle aura parcouru sera variable, mais cela ne fera point arrêter l'appareil tant que la pression atmosphérique sera suffisante pour la surmonter.

» Ces moteurs à piston oscillant ont fonctionné, soit sans soupape, soit au moyen d'une soupape de Cornwall automatique. On a pu, sur une même chute, obtenir un nombre très-différent de périodes dans un temps donné, et ce nombre peut être très-grand.

» Plus on pourra diminuer la masse à mettre en mouvement alternatif par le piston moteur en vertu de la succion d'une assez longue colonne li-

(1) L'appareil, pour lequel le jury international de l'Exposition universelle de 1867 m'a décerné une médaille d'argent, peut aussi être transformé en moteur hydraulique à flotteur oscillant (*voir* le tome XII des *Rapports*, classe 74).

quide, inférieure ou disposée en aval de ce piston, plus on approchera des conditions donnant le maximum d'effet utile. Mais il est prudent d'employer un piston Letestu, afin que la colonne liquide aspirante, qui en général aura éteint sa vitesse un peu avant ce piston moteur, puisse, dans un retour en arrière, faire passer un peu d'eau à travers ce piston sans qu'il en résulte aucune percussion notable, même dans le cas où l'appareil fonctionne sans soupape de Cornwall. Il n'y a d'ailleurs aucune percussion possible *entre corps solides* dans le cas où cette dernière soupape n'existe pas. C'est un modèle sans soupape de Cornwall qui a fonctionné à l'Exposition universelle de 1867. Le Rapport du jury de la classe 53 dit que mes moteurs à flotteur oscillant ou à piston oscillant *sont des réalisations heureuses des théories nouvelles*.

» La troisième classe de mes moteurs hydrauliques, à mouvement alternatif, comprend des appareils qui sont aussi à piston, mais dans lesquels le mouvement acquis des colonnes liquides n'est qu'un accessoire, bien qu'il soit utilisé. J'en ai communiqué le principe à la Société Philomathique de Paris en 1844, mais c'est en 1849 que je les ai présentés à l'Académie et à la Société Philomathique, avec une combinaison de soupapes de Cornwall, qui en rend plus pratique l'application en grand aux chutes médiocres. Je ne présente pas cette classe de moteurs hydrauliques comme ayant, ainsi que la précédente, l'avantage de pouvoir fonctionner sans s'arrêter sur une chute motrice très-variable, en surmontant toujours au besoin une même résistance, la force vive de la colonne liquide étant en général beaucoup moindre.

» Ces derniers appareils participent aux avantages et aux inconvénients des machines *à colonne d'eau*. Mais je me suis proposé de les appliquer aux chutes petites ou médiocres, en utilisant les vitesses de masses solides ou liquides qui étaient une cause d'embarras dans les machines à colonne d'eau.

» M. Combes, dans son Rapport précité, a très-bien signalé cette cause d'embarras. Après avoir indiqué les moyens employés pour y avoir égard, dans la machine à vapeur à simple effet, il ajoute quant aux machines à colonne d'eau : « On y supplée, d'une part, en diminuant beaucoup la » vitesse moyenne des pistons, et, d'autre part, par l'ouverture et la fer» meture très-lente des passages par lesquels les eaux motrices entrent » dans le système et en sortent. Il est évident que l'on n'obtient ici ce » résultat qu'aux dépens de la force motrice; car le rétrécissement des » ouvertures que le liquide doit traverser donne lieu à des résistances

» passives, que l'on peut comparer à celles d'un frein que l'on appliquerait
» extérieurement à une machine dont on voudrait ralentir la vitesse. »

» On voit, d'après cela, combien il était intéressant, pour appliquer aux chutes petites ou médiocres le principe de la machine à colonne d'eau, surtout quand on veut laisser prendre au liquide une certaine vitesse, de trouver une disposition au moyen de laquelle on peut éteindre les mouvements dont il s'agit en ouvrant des orifices qui permettent à des pressions, dont on se sert pour ralentir ces mouvements, de s'exercer en temps utiles, de manière à employer de la force vive qui était perdue dans les anciens systèmes.

» Le principe de cette combinaison est indépendant de l'emploi des soupapes de Cornwall. Mais je désire rappeler, qu'abstraction faite de mes moteurs à pistons oscillants proprement dits, j'ai proposé, il y a environ vingt ans, d'appliquer ce genre de soupapes annulaires à la machine à colonne d'eau ainsi modifiée. »

PHYSIQUE. — *Influence de la température et de l'état des métaux sur la force électromotrice des éléments voltaïques.* Mémoire de **M. F.-M. Raoult**, présenté par M. Jamin. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires: MM. Fizeau, Edm. Becquerel, Jamin.)

« Dans le travail que j'ai l'honneur de soumettre au jugement de l'Académie, je me suis proposé de rechercher si la désagrégation chimique des métaux employés dans les piles participe à la production du courant électrique; pour cela, j'ai examiné si l'état d'agrégation des métaux a quelque influence sur leur force électromotrice.

» Si, dans l'élément Daniell type (1), on emploie du cuivre laminé ou du cuivre galvanoplastique cristallin, rayé ou bruni, du cuivre galvanoplastique noir et pulvérulent, du zinc laminé, rayé ou bruni, du zinc galvanoplastique cristallin ou pulvérulent, enfin, du zinc amalgamé, la force électromotrice est la même, dans tous les cas, à $\frac{1}{500}$ près, pourvu qu'on ne l'observe que lorsque les métaux sont bien mouillés.

» Ces faits, que j'ai fait connaître en 1863 et que j'ai vérifiés depuis,

---

(1) Cet élément (*Cuivre, Sulfate de cuivre*) — (*Zinc, Sulfate de zinc*) est construit comme je l'ai indiqué (*Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. II), et sa force électromotrice est mesurée par une méthode d'opposition particulière qui m'est propre et qui est décrite dans le même Mémoire.

m'ont porté à croire que la force électromotrice des métaux ne dépend point de leur état d'agrégation; pour m'en assurer, j'ai cherché si la force électromotrice de l'étain est la même à l'état SOLIDE et à l'état LIQUIDE : j'ai ensuite fait la même étude sur le plomb et sur le bismuth.

» Voici, par exemple, comment j'ai opéré avec le *bismuth*. Ce métal *pur*, coulé dans un petit creuset de porcelaine qu'il remplit à moitié, est immergé dans de l'*acide phosphorique pur*, assez concentré pour pouvoir être chauffé jusqu'à 300 degrés; il est accouplé pour constituer un élément à deux liquides, avec une lame de *cuivre* plongée dans du *sulfate de cuivre*. L'acide phosphorique et le sulfate de cuivre sont placés dans deux vases voisins et réunis par un tube en U renversé, rempli d'acide phosphorique, et cloisonné du côté du sulfate de cuivre seulement.

» Le sulfate de cuivre et le cuivre étant laissés à la température ordinaire, on porte l'acide phosphorique et le bismuth à la température de 300 degrés, et l'on mesure la force électromotrice de l'élément par la méthode d'opposition indiquée. Cette force, au commencement, diminue peu à peu, par suite du changement de composition du liquide en contact avec le bismuth; celui-ci, en effet, décompose l'eau de l'acide et dégage de l'hydrogène, tandis qu'il passe à l'état de phosphate de bismuth, dont une partie se dissout dans l'acide en excès. Après quelques heures de chauffage, la force électromotrice ne varie plus, et on la trouve exactement la même à vingt minutes d'intervalle, pourvu que la température n'ait pas changé; elle ne varie pas même lorsqu'on agite le métal en fusion avec la boule du thermomètre. Alors on cesse de chauffer.

» Pendant que le bismuth se refroidit, on mesure la force électromotrice de l'élément à des instants très-rapprochés, ce qui est facile, puisque ma méthode donne le résultat par *une seule* observation; on note aussi la température, et enfin, lorsque celle-ci s'approche de 264 degrés, on constate fréquemment l'état du bismuth en appuyant sur la surface l'extrémité effilée d'un tube de verre.

» On trouve ainsi que, la température du *cuivre* ne changeant pas, si celle du *bismuth* baisse de 280 à 250 degrés, la force électromotrice de l'élément passe de 23,3 à 23,1 (la force électromotrice de l'élément Daniell étant supposée égale à 100). Il y a donc réellement une diminution dans la force électromotrice, mais cette diminution est extrêmement faible, et d'ailleurs elle se fait très-irrégulièrement; *il n'y a aucune variation brusque de cette force au moment où le bismuth change d'état*.

» Les expériences sur l'étain et le plomb, faites de la même manière, conduisent à des observations toutes pareilles.

» Mais les résultats relatifs au bismuth me paraissent surtout concluants. Ce métal passe brusquement, à 264 degrés, de l'état liquide à l'état solide, et la chaleur latente de son équivalent, ou 105 grammes, est de 1327 calories, quantité considérable, qui, pour être produite par un équivalent d'électricité, exigerait une force électromotrice égale $\frac{1327}{239}$ ou 5,5 (1). Or, ce nombre est 25 fois plus grand que la variation totale de la force électromotrice, dans les limites de température où l'on peut supposer que le bismuth commence et achève son changement d'état.

» En résumé, les métaux produisent dans les piles les mêmes forces électromotrices, lorsqu'ils sont écrouis ou pulvérulents, solides ou liquides; leur force électromotrice ne dépend nullement de leur état d'agrégation; leur désagrégation chimique ne participe en rien à la production du courant chimique.

» Ce fait explique une partie de la différence qui existe, ainsi que je l'ai fait voir, entre la chaleur voltaïque et la chaleur totale des piles. »

SÉRICICULTURE. — *Note sur une nouvelle affection des œufs du ver à soie, dite* dégénérescence graisseuse; *par* **M. Pize**. (Extrait.)

(Renvoi à la Commission de Sériciculture.)

« L'œuf du ver à soie contient normalement des granulations graisseuses élémentaires et des globules graisseux. Les granulations ont de $0^{mm},001$ à $0^{mm},003$ de diamètre; les globules, de $0^{mm},006$ à $0^{mm},008$ et $0^{mm},015$. Les granulations offrent le mouvement brownien, que ne présentent pas les globules. Les uns et les autres sont reconnaissables à leur aspect, et à leur solubilité dans l'éther et dans le chloroforme à la température d'ébullition de ces liquides.

» Parfois les granulations et les globules graisseux existent dans l'œuf en nombre plus considérable qu'à l'état normal; ils le frappent de l'affection que l'on a désignée en pathologie sous le nom de *dégénérescence graisseuse*.

» Assez souvent alors les cellules du vitellus sont infiltrées par de grosses granulations graisseuses. Celles-ci y apparaissent d'abord au voisinage du noyau, mais parfois aussi sur d'autres points. Ces granulations peuvent

---

(1) Le nombre 23900 calories est, d'après mes déterminations, la chaleur voltaïque de l'élément Daniell (*Annales de Chimie et de Physique*, avril 1865).

envahir toute la cellule, dans laquelle il est presque impossible de reconnaître les éléments normaux; la graisse lui a donné un aspect plus brillant.

» Les graines de reproduction m'ont paru jusqu'ici offrir plus souvent cette affection que les graines japonaises. A quoi cela tient-il? Probablement à la feuille trop succulente, à l'encombrement, à l'obscurité et à la chaleur que l'on observe dans nos magnaneries. On sait qu'en soumettant les animaux à ces conditions, on peut produire chez eux la dégénérescence graisseuse de différents organes.

» Je recherche actuellement quels sont les rapports de cette dégénérescence de la graine avec les maladies du ver à soie. Déjà un savant illustre, M. de Quatrefages, a observé dans le sang du ver pébriné la présence des globules graisseux (*Études sur les maladies actuelles du ver à soie*, p. 283).

» Quoi qu'il en soit, je puis affirmer dès aujourd'hui que les graines présentant cette dégénérescence ne donnent pas de bons résultats aux éducateurs. »

SÉRICICULTURE. — *De la possibilité d'élever le* Bombyx mori *avec des feuilles autres que celles du mûrier, et notamment les feuilles de salsifis.* Note de **M. Brouzet** (Extrait.).

(Renvoi à la Commission de sériciculture.)

« Le mûrier n'a pas seul le privilége de servir à la formation de la soie : l'ailante, le chêne, le chou, le pin, la carotte, la rave, le hêtre, le frêne, la laitue, le salsifis, etc., servent à nourrir des chenilles qui produisent de la soie. Des œufs de ver à soie de race indigène et de race japonaise ont été mis à incubation le 1er décembre, l'éclosion a eu lieu le 1er janvier; les vers, nourris avec un mélange des feuilles que je viens de mentionner, ont parcouru les diverses phases de leur développement avec régularité; aucune trace de maladie ne s'est manifestée, et le 28 février j'ai présenté à la Société d'Agriculture du Gard et à la Société d'Agriculture de la Drôme des cocons bien constitués; la couleur de la soie est la même que lorsque les vers sont alimentés avec la feuille du mûrier.

» Il me reste encore quelques milliers de vers au quatrième âge : leur développement ne laisse rien à désirer. Ils ont été nourris avec un mélange de feuilles de pin, de carotte, de laitue, de bourrache, de radis, mais ces insectes ont une préférence marquée pour le salsifis, et je me suis spécialement attaché à ne leur donner que ce genre de nourriture.

» .... Il serait peut-être utile, dans les grandes éducations, d'alterner la feuille du mûrier avec la feuille de salsifis.

» En outre, il arrive quelquefois que, après l'éclosion des vers à soie, le bourgeon de la feuille de mûrier est détruit par la gelée; dans ce cas, la feuille de salsifis peut servir à alimenter les vers jusqu'à ce qu'un nouveau bourgeon ait acquis son développement complet.

» Enfin l'alimentation des vers à soie avec les feuilles de salsifis peut contribuer à les régénérer. »

GÉOLOGIE. — *Note géologique sur l'Océanie, les îles Tahiti et Rapa; par* **M. J. Garnier**. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires: MM. Élie de Beaumont, Ch. Sainte-Claire-Deville, Daubrée.)

« En jetant les yeux sur une carte de l'Océanie, on s'est aperçu depuis longtemps que toutes les îles de l'océan Pacifique ont entre elles une certaine liaison : elles se présentent en *chapelets* les unes à la suite des autres, de façon à former des lignes droites ou légèrement recourbées qui affectent toutes des directions semblables, ou bien forment des séries doubles, triples, qui sont rapprochées et parallèles; enfin le grand axe même de ces terres possède la direction générale.

» Les matériaux qui composent le relief de ces îles peuvent se diviser en trois classes distinctes :

» 1° Les îles formées de roches sédimentaires ou éruptives semblables à celles qui sont la base de nos continents;

» 2° Les îles exclusivement volcaniques;

» 3° Les îles coralligènes, particulières à cette portion de notre planète.

» La première classe, qui représente une surface aussi grande que celle de l'Europe, comprend : la Nouvelle-Hollande, la Tasmanie, la Nouvelle-Zélande, les Salomon, la Nouvelle-Guinée, la Nouvelle-Calédonie (1).

» Le reste de l'Océanie se divise les autres îles, à savoir : une surface de 3 millions d'hectares pour les îles volcaniques, et de 4 millions pour celles que des zoophytes ont sécrétées.

» Les coraux primitifs se sont transformés à la longue en un calcaire, ordinairement blanc, tendre, contenant çà et là des débris de madrépores et de magnifiques moules de coquillages, dont les mêmes variétés vivent encore sur les côtes. Parfois ce calcaire devient *aussi compacte que n'im-*

---

(1) *Géologie de la Nouvelle-Calédonie*; par Jules Garnier. Dunod; 1867.

porte quel marbre mesozoïque, de texture tout aussi uniforme, contenant même des cristaux de calcaire spathique.

» Arrivons maintenant à l'île de Tahiti, dont, jusqu'à ce jour, la géologie a été négligée, si j'excepte toutefois l'intéressant aperçu que le savant Américain Dana en fait à la suite de cette expédition, mémorable dans les annales de la science, qui fut entreprise dans l'océan Pacifique sous les auspices du gouvernement des États-Unis.

» Vue en plan, l'île de Tahiti ressemble à un 8 qui serait couché dans la direction ordinaire, c'est-à-dire le nord-ouest, sud-est. L'île entière est due à une série d'éruptions volcaniques qui ont eu lieu à des époques différentes, ce que l'on constate facilement soit par la nature des roches éruptives, soit par les dénudations qu'ont subies certaines couches avant d'être couvertes par de nouvelles.

» Pendant le cours des éruptions, une faune, une flore existaient sur cette île; ainsi, des explorateurs trouvèrent dans une vallée, d'abord un morceau de lave, empâtant les branches carbonisées d'un arbre, puis un fragment de basalte, sur lequel se dessinait l'empreinte d'une fougère, qui existe encore dans l'île, ainsi que celle d'un coléoptère; moi-même, dans un agglomérat volcanique, je trouvai les débris indéterminables d'un végétal.

» Les deux péninsules qui forment l'île semblent avoir été deux centres volcaniques distincts, bien que très-probablement contemporains.

» L'intérieur des terres est un chaos de montagnes et de pics dont les pentes ont des inclinaisons exagérées et supportent une végétation si touffue, que les explorations dans l'intérieur sont très-souvent tout à fait impossibles.

» Les contours de l'île sont formés d'une bande de terrain à peu près horizontale et très-fertile, dont la largeur ne dépasse pas 3 kilomètres; son altitude au-dessus du niveau de la mer est en moyenne de 4 mètres et elle repose souvent sur des bancs de coraux.

» Si l'on trace idéalement à 7 kilomètres des rivages et parallèlement à eux une ligne faisant le tour de l'île, tout l'intérieur, ainsi renfermé, diffère essentiellement de la zone qui contourne la mer; celle-ci contient des agglomérats, des pépérinos, des tufs, des cendres, en couches qui n'ont parfois que quelques centimètres d'épaisseur et plongent du centre de l'île vers la mer avec une faible inclinaison. Les basaltes mêmes sont en coulées minces, ordinairement vésiculaires. Mais, dans l'intérieur, c'est tout autre chose; les agents de la dénudation ont enlevé les cendres, les tufs, etc.;

nous n'avons plus que des basaltes, habituellement porphyroïdes, à cristaux de pyroxène et de péridot, compactes, ou bien prismatiques, colonnaires, globulaires; leurs assises atteignent parfois des hauteurs de plusieurs centaines de mètres.

» Les roches les plus communes et les plus remarquables de l'île sont :

» 1° Un basanite globullifère avec péridot et pyroxène;

» 2° Une scorie rougie par l'oxyde de fer avec cristaux de pyroxène;

» 3° Une wake basaltique à géodes tapissées de zéolithes, arragonites, etc.;

» 4° Un trachyte cellulaire, porphyroïde, avec feldspath vitreux et amphibole hornblende;

» 5° Des pépérinos, à petits grains roulés avec géodes tapissées de calcaire;

» 6° Des kaolins du trachyte;

» 7° Des matières argileuses et stéatiteuses, en filons dans des wakes;

» 8° Un rétinite porphyroïde;

» 9° Une dolérite micacée, qui a été prise parfois pour une diorite ou une syénite.

» Jusqu'ici on a vainement cherché un cratère à Tahiti et, à ce sujet, je signalerai la curieuse galerie souterraine que je rencontrai dans le voisinage de la pointe où, pour la première fois, les Européens débarquèrent. Cette grotte, qui était encore ignorée des blancs, s'ouvre au jour dans un mur vertical de laves, scories et cendres superposées; l'entrée est un anneau elliptique de laves de $1^m,90$ de largeur et $0^m,60$ de hauteur; on se croirait en face d'une galerie façonnée par les hommes; les parois intérieures sont polies et souvent vitrifiées; le sol, qui remonte avec une inclinaison de 5 à 10 degrés, est recouvert de scories qui s'y sont condensées vers la fin de la dernière éruption et sont recouvertes d'un silex opalin. A 200 mètres dans l'intérieur, la hauteur n'étant plus que de $0^m,45$, je m'arrêtai; l'air semblait pur et la flamme de nos flambeaux s'inclinait légèrement vers le fond, encore inconnu, de ce souterrain, où il communique peut-être avec un cratère; la température était très-élevée. La connaissance de l'ouverture par laquelle cette longue galerie débouche dans la montagne présenterait certainement beaucoup d'intérêt, mais c'est une recherche difficile à faire à cause de la végétation, si fourrée, qui recouvre toute la montagne dans laquelle pénètre le souterrain.

» Cet ancien canal d'un courant de laves, ne s'élevant qu'avec une pente de 5 à 10 degrés, pendant que les flancs de la montagne sont presque verticaux, il en résulte que la roche fondue devait circuler sous terre à une

profondeur de plusieurs centaines de mètres; nous trouvons, du reste, dans les travaux de Dana, de Titus Coan, etc., la description d'un fait semblable aux îles Sandwich et dans le petit archipel des Samoa.

» Certaines roches volcaniques de Tahiti sont tellement chargées de fer oxydulé que l'aiguille des boussoles en est parfois considérablement troublée, et sur les cols qui relient des montagnes entre elles, on observe des variations de 20 à 22 degrés; je serais porté à croire, avec l'auteur de la carte de Tahiti, que des courants électriques suivraient ces cols et auraient une intensité suffisante pour produire sur l'aiguille la déviation remarquée.

» Le long des rivages de l'île on rencontre de nombreuses sources; quelques-unes sont chargées de fer, qu'elles déposent sous la forme d'une boue rougeâtre.

» Je remarquerai, en terminant cet aperçu, que les basaltes avec péridot et pyroxène, qui sont de beaucoup les plus abondantes roches de Tahiti, sont sujets à une prompte et profonde désorganisation; le plus souvent leur surface conserve pour l'œil ses formes primitives; les cristaux semblent encore brillants et solides, mais sous un choc, une pression, ils tombent en une terre noirâtre, qui, à son tour, fournit un humus extrêmement fertile.

» L'analogie des roches de Tahiti avec celles qui composent les *îles Sous-le-Vent*, les *Gambier*, etc., en un mot tous les archipels volcaniques de ces parages, est évidente; je signalerai cependant, à l'île *Rapa*, une particularité que m'a fait connaître récemment M. Mery, officier d'artillerie, qui a visité cette île et en a rapporté des échantillons.

» Rapa est situé par 27°38′ de latitude sud et 146°30′ de longitude ouest; c'est une des rares terres qui, dans ces parages, ne se rattachent point directement à quelque groupe d'autres îles; cependant, si l'on poursuit idéalement la ligne de l'archipel volcanique de *Tubuai*, on verra qu'elle passe à peu près par Rapa.

» Les roches qui constituent cette île sont des trachytes, des basaltes, des eurites, des tufs, des wakes, etc.; mais le fait remarquable ici, est que l'on a trouvé une couche de lignite de $2^m,50$ d'épaisseur, dirigée nord 40 degrés est, inclinée de 15 degrés du sud-est au nord-ouest, et reposant directement sur un filon de basalte; elle est surmontée par un talus d'éboulement, formé d'argiles diversement colorées, de 50 à 60 mètres de hauteur et terminé au sommet par quelques couches régulièrement stratifiées.

» Le lignite est compacte ou feuilleté, sans trace de débris organiques; il ne paraît pas avoir subi de métamorphisme important.

» Il est probable que les végétaux qui ont engendré ce combustible ont végété autrefois sur la nappe de basalte, alors faiblement inclinée, et que, depuis, par une cause qu'il reste à étudier, le système a été soulevé et incliné, ainsi qu'on le voit aujourd'hui.

» Les eurites, dont nous avons signalé la présence, donnent lieu à des argiles blanches, fort belles et fort abondantes, qui, d'après les échantillons, fourniraient un superbe kaolin.

» Parfois les basaltes passent aussi à des argiles ou bien à des phonolites et à de magnifiques dolérites, qui feraient de fort belles pierres de construction. »

BOTANIQUE. — *Sur deux nouveaux types génériques pour les familles des Saprolégniées et des Péronosporées*. Mémoire de **MM. E. Roze** et **M. Cornu**, présenté par M. Ad. Brongniart. (Extrait par les auteurs.)

(Commissaires : MM. Brongniart, Tulasne, Duchartre.)

« I. Les Saprolégniées doivent-elles être rattachées à la classe des Algues ou à celle des Champignons? L'un des deux nouveaux types génériques dont il est ici question fournit un argument de plus en faveur de l'opinion qui tend à les rapprocher des Champignons. Il s'agit, en effet, d'un véritable entophyte, parasite de la plus petite de nos phanérogames, du *Wolffia Michelii*, Schleid. (*Lemna arrhiza*, L.), offrant des caractères communs aux Saprolégniées et aux Péronosporées, et pouvant, jusqu'à un certain point, être considéré comme un intermédiaire entre ces deux familles.

» Ce parasite, que nous avons nommé *Cystosiphon Pythioides*, présente des phénomènes physiologiques assez intéressants à constater. Son mycélium, qui traverse les cellules du *Wolffia*, en en perforant les parois, pour s'en assimiler les produits immédiats, soit les grains de fécule, soit la chlorophylle, développe les deux sortes d'organes de reproduction (sexuée et asexuée) déjà signalés chez les espèces de cette famille.

» Le premier mode de reproduction aboutit à la formation d'une oospore, dont l'épispore épaisse est constituée comme celle des oospores des Péronosporées. Toutefois, cette oospore naît ici de l'union féconde du plasma anthéridien au plasma oogonien, ce qui a lieu au moyen d'un court processus qui, émis par l'anthéridie, pénètre dans la cavité oogoniale.

» Quant au second mode de reproduction (dite *asexuée*) de ce *Cystosiphon*, il s'effectue au moyen de zoosporanges. Ces zoosporanges sont représentés par des utricules qui terminent certains rameaux du mycélium, situés

dans les cellules périphériques du *Wolffia*. A leur maturité, chacun de ces utricules, rempli de plasma et isolé par une cloison du reste du mycélium, émet un tube qui vient perpendiculairement rencontrer la paroi cellulaire, seul obstacle qui le sépare de l'eau dans laquelle plonge le *Wolffia*. Ce tube s'épate bientôt sur la membrane cellulosique, et, par une action exosmotique, la perfore sur un point de sa surface : il continue dès lors à croître au dehors, dans le liquide, jusqu'à ce que son extrémité, devenant stationnaire, s'épaississe légèrement. Le plasma du zoosporange paraît alors s'épancher instantanément à cette extrémité du tube, sous la forme d'un sphéroïde plastique. Quelques minutes après, ce plasma se contracte et laisse apercevoir une membrane enveloppante, extrêmement mince, mais continue avec le tube. Puis, de cinq en cinq minutes, on constate dans l'intérieur de cette vésicule mère les phénomènes suivants : un réseau de lignes claires indique la segmentation qui s'opère dans la masse plasmique, et les cils apparaissent; les segments se séparent les uns des autres et constituent les zoospores; celles-ci agitent leurs cils et se meuvent de plus en plus rapidement; enfin une portion de la paroi vésiculaire se résorbe, et les zoospores s'échappent dans le liquide ambiant. Leur mouvement dure pendant une demi-heure environ. Au bout de ce temps, elles s'arrêtent, deviennent sphériques, perdent leurs cils, se revêtent d'une membrane et germent en émettant un tube. Ce tube germinatif pénètre alors, par perforation, dans les cellules des frondes saines du *Wolffia*, où il se développe en mycélium.

» II. Le second type générique appartient à la famille des Péronosporées, où l'on ne connaissait jusqu'ici que les genres *Cystopus* et *Peronospora*. Le champignon entophyte, parasite de l'*Erigeron canadeuse* L., auquel nous avons donné le nom de *Basidiophora eutospora*, et dont il s'agit ici, s'en distingue de prime abord par ses stipes conidiophores, qui rappellent les basides des Hyménomycètes.

» Les conidies, organes de la reproduction asexuée, de ce *Basidiophora*, placées dans l'eau à leur maturité, présentent ce fait remarquable, que leur plasma, au lieu d'être expulsé au dehors avant la complète formation des zoospores, y subit au contraire toute son évolution sporogénésique. Les zoospores s'y meuvent, en effet, jusqu'à ce que la papille apicale de ces conidies, se résorbant, leur livre une issue dans le liquide. Seulement, cette ouverture étant beaucoup trop étroite pour le passage des zoospores, elles ne la franchissent l'une après l'autre qu'avec une assez grande difficulté, et cela en s'étirant et en se contournant sur elles-mêmes, avec une puissance de vitalité des plus singulières. Une fois sorties, elles traversent le liquide

avec une assez grande rapidité; moins d'une heure après, elles s'arrêtent et germent.

» Les organes de la reproduction sexuée de ce *Basidiophora* naissent et se forment dans le parenchyme des feuilles qui ont déjà présenté les stipes conidiophores. Seulement ce parenchyme, étant constitué par un tissu cellulaire très-compacte, ne permet pas d'y constater nettement les rapports des anthéridies et des oogones, et d'y observer les phases de la fécondation. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Recherches sur les centres de radiation des étoiles filantes; par* **M. Chapelas**. (Troisième Mémoire.)

(Commissaires précédemment nommés : MM. Babinet, Regnault, Faye, Delaunay.)

MÉTÉORES DE MARS ET D'AVRIL.

« J'ai l'honneur de soumettre au jugement de l'Académie la suite de mes recherches sur les centres d'émanation ou lieux apparents des étoiles filantes. Ce troisième Mémoire traite particulièrement des météores de mars et d'avril apparus pendant la première période que j'envisage, c'est-à-dire de 1847 à 1859, et qui m'ont fourni un ensemble de 1315 observations que j'ai discutées avec le plus grand soin.

» Agissant suivant la méthode que j'avais déjà employée en 1864, méthode rationnelle évidemment, puisque, éloignant toute hypothèse, elle ne repose que sur les trajectoires réellement observées, je suis arrivé aux résultats renfermés dans le tableau ci-contre :

» Ainsi que pour les époques que j'ai examinées antérieurement, on peut constater la grande régularité qui existe dans la distribution des seize centres partiels ou groupes déterminés. De plus, en tenant compte des divers éléments des courbes, on constate également comme point important, que les deux centres généraux par rapport à l'observateur se trouvent pour ainsi dire dans une position identique, et semblable à la position calculée pour les centres généraux de janvier et de février, et cela malgré les inclinaisons différentes des ellipses obtenues.

» Si nous considérons maintenant la distance zénithale de ces lieux apparents, qui, comme je l'ai fait remarquer dans un Mémoire précédent, dépend particulièrement de la longueur plus ou moins considérable des trajectoires observées, c'est-à-dire du plus ou moins long parcours de ces météores, on trouve qu'en mars cette distance est plus considérable qu'en

Position des seize groupes ou centres d'émanation.

MOYENNES.

MARS.					AVRIL.				
DIRECTION.	AZIMUT.	DISTANCE zénithale.	VALEUR approchée du sinus de l'arc zénithal.	VALEUR rectifiée.	DIRECTION.	AZIMUT.	DISTANCE zénithale.	VALEUR approchée du sinus de l'arc zénithal.	VALEUR rectifiée.
N-NNE	176°.22′	21°.48′	37	34	N-NNE	164°. 3′	19°.17′	33	55
NNE-NE	192.18	10.18	18	31	NNE-NE	170.59	11.19	20	55
NE-ENE	233.45	2.23	4	19	NE-ENE	183.26	9.47	17	46
ENE-E	233.59	6.20	11	19	ENE-E	252.59	7. 8	13	18
E-ESE	315.18	6.57	12	18	E-ESE	306.29	6.39	12	14
ESE-SE	345.11	12. 9	21	21	ESE-SE	310.10	7. 4	13	13
SE-SSE	346.45	11.48	20	24	SE-SSE	342.51	8.38	15	15
SSE-S	5.23	14. 2	24	30	SSE-S	1.24	8.16	15	16
S-SSO	16. 8	16.13	28	33	S-SSO	9.45	8.17	15	17
SSO-SO	25.47	14.42	25	35	SSO-SO	26.51	9.50	17	20
SO-OSO	42.32	16.28	28	36	SO-OSO	44.56	12. 0	21	22
OSO-O	60.58	20.34	35	34	OSO-O	67.17	17.36	32	25
ONO-O	84.12	16.16	28	32	O-ONO	83.31	21.48	40	38
ONO-NO	112.48	16.16	28	32	ONO-NO	98.38	20.46	38	35
NNO-NO	143.12	6.35	11	34	NO-NNO	133.25	21.48	40	51
NNO-N	190.24	6. 1	10	31	NNO-N	149.45	34.42	69	56

Position du centre général.

MARS.					AVRIL.				
	23°.47′	7°. 8′	12			36°.15′	3°.44′	7	

Éléments de l'ellipse.

MARS.		AVRIL.	
Excentricité........	13°.54′	Excentricité	13°.53′
Grand axe.........	42. 4	Grand axe..........	42.12
Petit axe	28. 2	Petit axe	31.20
Inclinaison	SE	Inclinaison	NO

avril. Or, si l'on relève pour ces mêmes époques les pressions barométriques au moment de l'observation, on obtient en mars une moyenne supérieure à celle d'avril. Comme je l'avais déjà dit, en traitant les météores de janvier

et de février, la longueur des trajectoires serait donc en raison directe de la densité des couches atmosphériques.

» En terminant, je signalerai encore un point important qui ressort déjà de ce travail et des précédents. C'est que si l'on transforme en ascension droite et en déclinaison toutes les quantités azimutales et les distances zénithales obtenues, on obtient, pour les centres généraux, les quantités numériques suivantes :

	A.D.	D boréale.
Janvier...........	121°	61°
Février...........	152	61
Mars............	174	57
Avril............	201	53
Août............	335	62

» L'examen de ces nombres nous montre : 1° une déclinaison pour ainsi dire constante, en moyenne; 2° une différence d'environ 27 degrés en moyenne dans les ascensions droites, pour les quatre premiers mois; 3° enfin une différence d'environ 180 degrés pour les ascensions droites de février et d'août.

» Si l'on fait attention que par rapport à l'observateur ce point ne change pour ainsi dire pas de position, en tenant compte de ces diverses particularités, il sera possible, dans la suite de ce travail, d'en déduire les conclusions les plus intéressantes. »

M. **Savary** adresse le complément des recherches qu'il a soumises, le 10 décembre dernier, au jugement de l'Académie, concernant divers systèmes de piles voltaïques, et notamment une pile formée de zinc non amalgamé plongeant dans l'eau salée et de charbon plongeant dans l'eau régale.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. A. **Denis** adresse, de Saint-Quentin, un Mémoire intitulé : « De quelques déductions tendant à simplifier les principes de la philosophie naturelle ». Ce Mémoire contient une théorie de l'électricité, et de ses rapports avec les autres agents physiques et les agents chimiques.

(Commissaires : MM. Dumas, Fremy, Jamin.)

M. **Rames** adresse, pour le concours des prix de Médecine et Chirurgie, un « Aperçu sur le fonctionnement du système nerveux », accompagné

d'une Note manuscrite, indiquant les points que l'auteur considère comme les plus essentiels dans son travail.

(Renvoi à la future Commission.)

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre de l'Instruction publique, en réponse au Rapport qui lui a été adressé sur la collection d'armes et d'ustensiles en pierre découverts à Java, par M. Van de Poel, et offerts par lui au Gouvernement français, fait savoir à l'Académie que, d'après les considérations exposées dans ce Rapport, il a décidé que la collection de M. Van de Poel serait déposée au Musée impérial de Saint-Germain.

M. le Ministre de l'Agriculture, du Commerce et des Travaux publics adresse, pour la Bibliothèque de l'Institut, un exemplaire de la brochure que vient de publier le service des Ponts et Chaussées, et qui a pour titre : « Service hydrométrique du bassin de la Seine. Résumé des observations centralisées pendant l'année 1867, par *MM. E. Belgrand* et *G. Lemoine* ». Cette brochure est accompagnée de feuilles lithographiées, qui représentent : 1° les observations faites sur les grands et les petits affluents de la Seine, du 1er mai 1867 au 30 avril 1868; 2° les observations pluviométriques faites dans le bassin de la Seine, du 1er janvier au 31 décembre 1867.

GÉOMÉTRIE. — *Sur les équations de la géométrie; par* M. Jordan.

« Les problèmes géométriques fournissent un grand nombre d'équations remarquables, dont les diverses solutions sont généralement liées entre elles par des relations géométriques très-intéressantes. Ces relations permettent de construire, dans chaque cas particulier, une fonction des racines, dont la forme algébrique reste inaltérée par toute substitution du groupe de l'équation proposée. Cette remarque sert à déterminer ce groupe, dont la connaissance permet réciproquement de rechercher les propriétés plus cachées que présente l'équation, et notamment celles qui concernent sa résolution.

» Parmi les équations rencontrées jusqu'à ce jour par les géomètres, les plus remarquables sont contenues dans le type suivant :

» *Type hyperelliptique.* — Les équations de ce type sont de degré p^{2n},

p étant premier, et leurs racines étant représentées par $2n$ indices $x_1, y_1; \ldots; x_n, y_n$, leur groupe est formé des substitutions

$$(1)\quad \begin{vmatrix} x_1 & a'_1 x_1 + c'_1 y_1 + \ldots + a'_n x_n + c'_n y_n \\ y_1 & b'_1 x_1 + d'_1 y_1 + \ldots + b'_n x_n + d'_n y_n \\ \ldots & \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ x_n & a_1^{(n)} x_1 + c_1^{(n)} y_1 + \ldots + a_n^{(n)} x_n + c_n^{(n)} y_n \\ y_n & b_1^{(n)} x_1 + d_1^{(n)} y_1 + \ldots + b_n^{(n)} x_n + d_n^{(n)} y_n \end{vmatrix},$$

où les coefficients satisfont au système de relations découvert par M. Hermite

$$\left.\begin{aligned} &\sum_\mu a_\mu^{(r)} d_\mu^{(r)} - b_\mu^{(r)} c_\mu^{(r)} \equiv 1, \quad \sum_\mu a_\mu^{(r)} d_\mu^{(s)} - b_\mu^{(s)} c_\mu^{(r)} \equiv 0 \\ &\sum_\mu a_\mu^{(r)} c_\mu^{(s)} - a_\mu^{(s)} c_\mu^{(r)} \equiv 0, \quad \sum_\mu b_\mu^{(r)} d_\mu^{(s)} - b_\mu^{(s)} d_\mu^{(r)} \equiv 0 \end{aligned}\right\} (\text{mod. } p).$$

» Leur ordre Ω_n est égal à $(p^{2n} - 1)p^{2n-1} \ldots (p^2 - 1)p$. Elles ont pour facteurs de composition $\frac{1}{2}\Omega_n$ et 2, si p est impair, et sont simples si $p = 2$ (*). Dans ce dernier cas, le groupe G de l'équation contient deux groupes remarquables H et H_1, que l'on peut appeler *groupes hypo-abéliens*. Le premier de ces groupes, H, est formé par celles des substitutions de G qui satisfont aux relations

$$\sum_\mu a_\mu^{(r)} c_\mu^{(r)} \equiv \sum_\mu b_\mu^{(r)} d_\mu^{(r)} \equiv 0 \quad (\text{mod. } p).$$

» Le second, H_1, par celles qui satisfont aux relations

$$a_1^{(r)} + c_1^{(r)} + \sum_\mu a_\mu^{(r)} c_\mu^{(r)} \equiv b_1^{(r)} + d_1^{(r)} + \sum_\mu b_\mu^{(r)} d_\mu^{(r)} \equiv \frac{(2-r)\ldots(p-1-r)}{2.\ldots.(p-1)} (\text{mod. } p).$$

» Chacun de ces groupes a pour ordre $O_n = \frac{\Omega_n}{2^{2n-1} + 2^{n-1}}$, et pour facteurs de composition 2 et $\frac{1}{2}O_n$, si $n > 2$; $2, 2, 2, 3, 3$, si $n = 2$. Une fonction des racines de l'équation proposée, invariable par les substitutions de l'un de ces groupes, dépendra d'une équation $2^{2n-1} + 2^{n-1}$, équivalente à la proposée; mais on peut abaisser encore le degré, et obtenir une réduite du degré $2^{2n-1} - 2^{n-1}$ (**).

(*) Il faut excepter le cas où $p = n = 2$, où les facteurs de composition sont 2 et $\frac{1}{2}\Omega_n$.

(**) On peut comparer ce résultat à celui obtenu par MM. Clebsch et Gordan, pour l'abaissement des équations qui donnent la bissection des périodes dans les fonctions abéliennes.

» Les racines de cette dernière réduite peuvent être représentées par $2n$ indices $\xi_1, \eta_1; \ldots; \xi_n, \eta_n$, variables de 0 à 1, mais satisfaisant à la relation

$$\xi_1 \eta_1 + \ldots + \xi_n \eta_n \equiv 1 \pmod{2}.$$

» Soit φ_μ la fonction entière qu'on obtient en sommant tous les produits de μ racines $(\xi'_1, \eta'_1, \ldots, \xi'_n, \eta'_n) \ldots (\xi_1^{(\mu)}, \eta_1^{(\mu)}, \ldots, \xi_n^{(\mu)}, \eta_n^{(\mu)})$ qui satisfont pour toute valeur de ρ aux relations

$$\xi'_\rho + \ldots + \xi_\rho^{(\mu)} \equiv \eta'_\rho + \ldots + \eta_\rho^{(\mu)} \equiv 0 \pmod{2}.$$

» Soient d'autre part $\alpha_1, \beta_1, \ldots, \alpha_n, \beta_n$ des entiers arbitraires en nombre $2n$; et soit $[\alpha_1, \beta_1, \ldots, \alpha_n, \beta_n]$ la substitution binaire qui a pour cycles les divers couples de racines

$$(\xi'_1, \eta'_1, \ldots, \xi'_n, \eta'_n)(\xi''_1, \eta''_1, \ldots, \xi''_n, \eta''_n)$$

tels que l'on ait généralement

$$\xi'_\rho + \xi''_\rho \equiv \alpha_\rho, \quad \eta'_\rho + \eta''_\rho \equiv \beta_\rho \pmod{2}.$$

» Le groupe G de la réduite est simple, et formé des substitutions qui laissent invariables les fonctions de degré pair $\varphi_4, \varphi_6, \ldots$. Ces substitutions, en nombre Ω_n, sont toutes dérivées de la combinaison des substitutions $[\alpha_1, \beta_1, \ldots, \alpha_n, \beta_n]$.

» L'équation de degré $2^{2n-1} - 2^{n-1}$ qui détermine les lignes de degré $n-3$ qui touchent en $\frac{n(n-3)}{2}$ points une courbe donnée de degré n (*) appartient au type ci-dessus, si n est pair. Si n est impair, le groupe H de l'équation se réduit à celles des substitutions de G qui laissent invariables φ_3, φ_5. Ces substitutions sont toutes dérivées de celles des substitutions $[\alpha_1, \beta_1, \ldots, \alpha_n, \beta_n]$ qui satisfont à la condition $\alpha_1 \beta_1 + \ldots + \alpha_n \beta_n \equiv 1$; elles sont en nombre O_n et correspondent respectivement à celles de H; H a donc pour facteurs de composition 2 et $\frac{1}{2} O_n$.

» Les vingt-sept droites $a, b, c, d, \ldots$ situées sur une surface du troisième degré forment par leurs intersections mutuelles quarante-cinq triangles, abc, $ade, \ldots$ (**). Les substitutions du groupe de l'équation aux vingt-sept droites laissent invariable la somme $abc + ade + \ldots$. L'ordre P de cette équation est égal à $27.10.8.6.4$, et ses facteurs de composition sont 2 et $\frac{1}{2}$ P.

(*) CLEBSCH, *Über die Anwendung der Abelschen Functionen in der Geometrie* (*Journal de M. Borchardt*).

(**) STEINER, *Mémoire sur les surfaces du troisième ordre* (*Journal de Crelle*).

» Cette équation se rattache très-directement aux précédentes. Car si l'on suppose connue une des racines de l'équation aux vingt-huit doubles tangentes d'une courbe du quatrième ordre, on a pour déterminer les autres une équation du vingt-septième degré, ayant même groupe que l'équation aux vingt-sept droites. En se donnant une seconde racine on a une équation du vingt-sixième degré, se décomposant en deux facteurs du seizième et du dixième degré. Ces deux facteurs sont équivalents entre eux; le premier a le même groupe que l'équation aux seize droites des surfaces du quatrième degré à conique double; l'autre a le même groupe que l'équation du dixième degré à laquelle se réduit celle-là.

» La théorie des substitutions aurait donc permis de prévoir l'existence des liaisons géométriques qui existent entre les problèmes des vingt-huit doubles tangentes, des vingt-sept droites et des seize droites (*).

» M. Kummer a signalé l'existence d'une surface du quatrième degré à seize points singuliers. Ces seize points, $a, b, c, \ldots$, sont situés six à six sur seize plans tangents singuliers $abcdef$, $abghik, \ldots$, qui se coupent six à six en ces points singuliers. La fonction $\varphi = abcdef + abghik + \ldots$ reste invariable par les substitutions du groupe de l'équation aux seize points singuliers.

» Cette équation a pour ordre 16.15.8.3.2, et son groupe est formé des substitutions (1) (où $p = 2$, $n = 2$) jointes aux substitutions

$$|\, x_1, y_1, x_2, y_2, \quad x_1 + \alpha_1, \quad y_1 + \beta_1, \quad x_2 + \alpha_2, \quad y_2 + \beta_2 \,|.$$

En résolvant une équation auxiliaire du sixième degré appartenant au type le plus général, on réduira le groupe de la proposée à ces dernières substitutions, et quatre racines carrées achèveront sa résolution. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nouvelles recherches sur l'alcool propylique de fermentation.* Note de **M. G. Chancel**, présentée par M. Cahours.

« Dans un Mémoire publié en 1853, et inséré dans les *Comptes rendus de l'Académie des Sciences* (**), j'ai signalé la présence d'un nouvel alcool, l'alcool propylique, dans les résidus de la distillation des esprits de marc. J'ai caractérisé ce corps par sa composition et par la densité de sa vapeur, par ses principales propriétés et par la nature de ses dérivés. Par là, j'ai

(*) *Voir* un Mémoire de M. Geïser (*Mathematische Annalen*, t. I).

(**) *Comptes rendus*, t. XXXVII, p. 410, séance du 5 septembre 1853.

établi qu'il formait le troisième terme de la série homologue des alcools correspondant aux acides gras, et qu'il venait prendre place entre l'alcool ordinaire et l'alcool butylique découvert, en 1852, par M. Wurtz.

» Toutefois, depuis qu'il a été démontré que l'alcool dont M. Berthelot avait fait la synthèse en partant du propylène était identique avec l'alcool isopropylique de M. Friedel, des doutes se sont élevés dans l'esprit des chimistes sur la véritable nature de l'alcool que j'ai fait connaître. J'avais donc intérêt à reprendre cette question et à la compléter par une étude plus approfondie.

» M. Friedel a fait ressortir la différence profonde qui existe, comme constitution moléculaire, entre un alcool normal et un iso-alcool. Ce savant a nettement établi que ce dernier était un alcool secondaire, incapable de donner, par oxydation, un acide renfermant le même nombre d'atomes de carbone, mais régénérant simplement l'acétone à l'aide de laquelle il a été produit. Un alcool normal, au contraire, donne toujours, dans ces circonstances, l'acide ou l'aldéhyde qui lui correspondent. Il faut donc nécessairement recourir à l'action des oxydants, lorsqu'il s'agit de caractériser un alcool et de fixer sa constitution. C'est ce que j'ai fait pour l'alcool propylique, et, ainsi que je m'y attendais, il m'a été facile de le transformer en acide propionique et en hydrure de propionyle.

Produits de l'oxydation de l'alcool propylique de fermentation.

» *Acide propionique.* — L'alcool propylique dont j'ai fait usage avait été débarrassé des alcools supérieurs et ne contenait qu'un peu d'alcool éthylique. Je l'ai oxydé par le bichromate de potassium et l'acide sulfurique en présence d'une assez grande quantité d'eau. L'action est très-régulière, et ne donne lieu qu'à un faible dégagement d'acide carbonique, dont la proportion ne dépasse pas 4 pour 100 du poids de l'alcool employé.

» Le produit distillé contient essentiellement de l'acide propionique, mélangé à une petite quantité d'acide formique et d'acide acétique. Après l'avoir distillé de nouveau, sur de l'oxyde de mercure, pour détruire l'acide formique, on le neutralise par le carbonate de sodium et on l'évapore à siccité. On obtient ainsi un sel parfaitement blanc et très-déliquescent. Si l'on traite ce résidu par de l'acide sulfurique dilué et froid, on voit l'acide propionique se séparer sous la forme d'une belle couche huileuse, que l'on décante lorsqu'elle est devenue tout à fait limpide. On sépare de la sorte les deux tiers de l'acide propionique qui a pris naissance; le reste se trouve dans la solution de bisulfate. Pour le retirer, on distille la liqueur

acide, et l'on traite le produit par la méthode des saturations fractionnées, afin d'éliminer l'acide acétique.

» L'oxydation de l'alcool propylique par le bichromate de potassium et l'acide sulfurique est si nette, qu'elle peut être appliquée avec avantage à la préparation de l'acide propionique. Avec 100 grammes de cet alcool, j'ai en effet obtenu 50 grammes d'acide propionique, passant entièrement à la distillation entre 139 et 142 degrés. J'ai constaté son identité par l'examen de ses propriétés, ainsi que par l'analyse des sels de baryum, d'argent et de sodium.

» Comme contrôle, j'ai éthérifié cet acide par l'alcool propylique lui-même, et je l'ai converti en *éther propylpropionique*, dont la composition s'exprime par la formule (1)

$$C^6H^{12}O^2 = \left.\begin{matrix} C^3H^5O \\ C^3H^7 \end{matrix}\right\} O.$$

» La densité de vapeur de ce nouvel éther, prise à 182 degrés, est de 3,96; la théorie exige 4,01 pour $C^6H^{12}O^2 = 2$ volumes.

» *Hydrure de propionyle ou aldéhyde propionique.* — Dans la préparation de l'acide propionique, il arrive quelquefois qu'une portion de l'alcool échappe à une oxydation complète. Dans ce cas, on voit dès le début une couche huileuse se former à la surface du liquide distillé. Ce produit, qui s'obtient d'ailleurs plus abondamment en faisant agir sur l'alcool une proportion moins considérable de mélange oxydant, forme avec le bisulfite de sodium une émulsion qui ne tarde pas à se prendre en une masse cristalline.

» Par la distillation avec de la potasse, ces cristaux donnent un liquide incolore, très-mobile, qui est l'aldéhyde propionique C^3H^6O.

» L'hydrure de propionyle bout vers 61 ou 62 degrés. Son odeur n'a aucune analogie avec celle de son isomère l'acétone; elle rappelle un peu l'odeur de l'hydrure d'acétyle, mais elle n'est nullement suffocante. Il se dissout dans l'eau, moins facilement cependant que l'acétone; il réduit le nitrate d'argent ammoniacal en donnant un beau miroir métallique. La potasse le brunit à peine sans le résinifier. Sa solution dans l'éther s'échauffe légèrement.

» L'hydrure de propionyle s'échauffe quand on l'agite avec une solution concentrée de bisulfite de sodium, et donne des cristaux nacrés, très-peu

(1) $H = 1$, $C = 12$, $O = 16$, $S = 32$, $Na = 23$.

solubles dans l'alcool, de sulfite de propionylsodium

$$\left.\begin{matrix} C^3H^5 \\ Na \end{matrix}\right\} SO^3 = 2H^2O.$$

» Cette combinaison se décompose au-dessous de 100 degrés.

» Par l'oxydation, l'hydrure de propionyle se transforme en acide propionique.

» Les faits qui précèdent démontrent que l'alcool propylique de fermentation que j'ai découvert en 1853 est bien un alcool primaire, et par conséquent le seul alcool normal qui soit prévu par la théorie. Pour achever de le caractériser, il me reste à signaler celles de ses propriétés qui le différencient le mieux de l'alcool isopropylique, et à faire connaître les principaux dérivés que j'ai étudiés.

Propriétés de l'alcool propylique de fermentation.

» Cet alcool a pour densité 0,813 à la température de 13 degrés (eau à $+4° = 1$). Il bout entre 97 et 101 degrés; une très-petite quantité d'eau suffit pour abaisser notablement son point d'ébullition. Il paraît former avec l'eau un hydrate défini ($C^3H^8O + H^2O$), d'ailleurs assez instable pour être décomposé par le carbonate de potasse, mais qui présente la particularité digne de remarque de bouillir avec une constance parfaite et de distiller jusqu'à la dernière goutte à 87°,5 sous la pression barométrique de 738 millimètres, c'est-à-dire à une température bien inférieure à celle de l'alcool anhydre. L'alcool propylique de fermentation ne se dissout pas, comme le fait l'alcool isopropylique, dans une solution concentrée froide de chlorure de calcium. Il est *lévogyre:* dans un tube de 20 millimètres et à la température de 10 degrés il dévie le plan de polarisation de 8 degrés vers la gauche; son pouvoir rotatoire moléculaire est donc $[\alpha] = -5°0'$.

Dérivés de l'alcool propylique de fermentation.

» Par les procédés connus d'éthérification, l'alcool propylique normal donne aisément les dérivés suivants :

» Le *chlorure de propyle* bouillant à 52 degrés;

» L'*iodure de propyle,* de 99 à 101 degrés;

» L'*éther propionylformique,* à 82 degrés;

» L'*éther propionylacétique,* à 102 degrés;

» L'*éther propionylpropionique,* de 118 à 120 degrés;

» l'*éther propionylbutyrique,* de 139 à 141 degrés.

» L'alcool propylique chauffé, en présence de la pierre ponce, avec cinq

fois son poids d'acide sulfurique concentré donne du *propylène* très-pur. Le gaz que l'on obtient est facilement absorbé par l'acide sulfurique concentré; il donne, avec le brome, du *bromure de propylène*, qui passe entièrement à la distillation entre 140 et 143 degrés, et me paraît identique avec celui que fournit le propylène provenant d'une autre origine. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Deuxième Note sur la présence des glucoses dans les sucres bruts et raffinés de betteraves; par* **M. Dubrunfaut.**

« Nous croyons utile de justifier par quelques détails les affirmations de la Note que nous avons eu l'honneur de présenter à l'Académie le 1er mars.

» Tous les sucres raffinés issus des établissements de Paris contiennent du sucre incristallisable, et tous ont une réaction acide (1). La proportion de glucose varie de 3 à 10 millièmes, et la moyenne effective des expériences faites est de 5 millièmes. Ces sucres lavés avec soin avec de l'alcool au titre de 95 deviennent neutres, et cessent d'agir sur le réactif cuprique. L'acide libre paraît être de l'acide lactique, que l'alcool sépare avec les glucoses. On ne peut donc douter que la réaction cuproso-potassique utilisée dans ces recherches ne s'applique exclusivement à la révélation des glucoses, et non aux autres substances connues qui partagent avec les glucoses la propriété de réduire Cu^2O^2.

» Ainsi que nous l'avons annoncé, la majeure partie des matières premières des raffineries contiennent des quantités de glucose plus ou moins grandes, et ces faits pourraient au besoin suffire pour justifier la présence de ces impuretés dans les sucres raffinés, si le caractère acide de ces produits ne signalait, avec d'autres faits, des causes actives de production glucosique dans les travaux des raffineries.

» Quoique nos observations aient pu s'appliquer à un grand nombre d'échantillons, prélevés au hasard sur les produits du commerce, nous avons voulu mettre nos expériences à l'abri des critiques que pourrait justifier un travail qui n'a pu embrasser la généralité des produits de nos quatre cent soixante sucreries. A cet effet, nous avons examiné les échantillons des

(1) Un seul sucre raffiné français, parmi les nombreux échantillons examinés, nous a paru exempt de glucose; il sortait de la sucrerie-raffinerie de M. Camichel, à la Tour du Pin. Deux autres n'en ont accusé que de minimes proportions 0,0013 à 0,0014; ils sortaient de la sucrerie-raffinerie de MM. Dumont et Charbonneau, de Tournus, et de celle de MM. Fievet frères, de Sin, près Douai.

boîtes de types de sucre indigène qui sont préparées tous les ans par la chambre de commerce de Paris.

» La dernière boîte, préparée en novembre 1868, offre quatorze échantillons prélevés sur les produits de la dernière campagne sucrière, c'est-à-dire sur 1868-69. Ce sont donc des produits types officiels de la fabrication la plus récente et qui n'ont pu ainsi subir les avaries que l'on rencontre dans les sucres qui ont séjourné longtemps dans les entrepôts. Sur les quatorze échantillons de la boîte, onze sont classés par nuances, du n° 10 au n° 20, pour servir aux transactions commerciales qui s'effectuent encore sur les types. Il y a en outre trois types extra de sucres blancs en grains numérotés 1, 2 et 3. Nous croyons devoir présenter le tableau complet des analyses de ces sucres, faites uniquement au point de vue de la recherche des glucoses.

» Les onze échantillons de sucre brut ont donné les résultats suivants :

Le type	n° 10	est alcalin;	il contient	0,0104 glucose.
»	n° 11	»	»	0,0112 »
»	n° 12	»	»	0,0101 »
»	n° 13	»	»	0,0107 »
»	n° 14	»	»	0,0090 »
»	n° 15	»	»	0,0084 »
»	n° 16	»	»	0,0110 »
»	n° 17	»	»	0,0087 »
»	n° 18	est neutre	»	0,0077 »
»	n° 19	»	»	0,0069 »
»	n° 20	est alcalin	»	0,0068 »

» Les trois types blancs ont donné :

N° 1..........	alcalin...........	0,0077 glucose.
N° 2..........	neutre...........	0,0082 »
N° 3..........	alcalin...........	0,0082 »

» La moyenne du titre glucosique des onze échantillons de bruts, n°s 10 à 20, est de 9 millièmes. La moyenne des sucres blancs est de 8 millièmes. Ainsi, on le voit, pour les produits de la dernière campagne, l'impureté des sucres bruts blancs différerait peu de celle des sucres qui sont réputés inférieurs en qualité.

» En soumettant au même mode de contrôle une boîte d'échantillons livrée par l'administration, en novembre 1866, on a trouvé les résultats suivants :

» Les quinze échantillons n°s 6 à 20, qui constituaient alors la classifi-

cation typique des sucres bruts colorés, ont donné en général une réaction acide, tous contiennent des glucoses en forte proportion, et la moyenne des quinze échantillons a donné 0,0078, c'est-à-dire un chiffre moins élevé que la moyenne des mêmes sucres de la boîte 1868. Le contraire s'est révélé pour les trois types blancs, qui ont offert une moyenne de 0,0103, tout en n'accusant que la neutralité aux réactifs colorés. Si ces différences viennent d'une altération produite sous l'influence du temps, il faudrait en conclure que les sucres bruts blancs, issus de procédés de fabrication soit disant perfectionnée, se conservent moins bien que les autres.

» Nous avons soumis au même mode d'analyse des sucres blancs en grains de fabrication allemande, provenant de l'Exposition de 1867 et conservés depuis ce temps dans du papier; nous n'y avons découvert que des traces de glucose, quoiqu'ils offrissent une réaction sensiblement acide. Ces sucres admirablement cristallisés provenaient des fabriques de Valdau (Anhalt), de Klastzkau, de Barleben (Prusse), de Brehna (Saxe) et de Gutsdorff. Un fort beau sucre brut blanc français, venant de la même Exposition, et conservé depuis le même temps dans un bocal hermétiquement clos, a accusé 0,0065 de glucose. Si les sucres du Zollverein qui figuraient à l'Exposition de 1867 sont bien des produits commerciaux, et non pas des produits préparés pour la circonstance, l'analyse que nous en avons faite au point de vue des glucoses pourrait, jusqu'à un certain point, justifier la grande médaille qui a été attribuée aux sucres du Zollverein. C'est ce que nous nous proposons de vérifier sur les produits du commerce allemand. Nous pouvons dire, dès ce moment, qu'un magnifique échantillon de sucre candi blanc fabriqué à Cologne, avec des matières premières du Zollverein, nous a donné 0,00304 de glucose, ce qui ne révélerait pas, dans les matières premières allemandes, une pureté aussi grande que celle qui est accusée par nos analyses des produits de l'Exposition de 1867.

» Un sucre raffiné russe a accusé moins de 0,0005 de glucose. Au reste, les sucres russes, de même que les sucres allemands provenant de betteraves beaucoup plus riches que celles qui servent de matières premières aux fabriques françaises, pourraient être plus purs sans justifier une plus grande perfection dans les travaux de l'industrie sucrière.

» Nous avons pu, à l'aide du microscope, découvrir dans des sucres bruts impurs de betteraves la présence de ces organismes inférieurs si bien définis par M. Pasteur, et qui sont les causes vivantes des fermentations alcoolique et lactique. Rien de plus simple, dès lors, que de comprendre tout à la fois la formation des glucoses et la réaction acide des sucres, qui

ne sont pas le produit de l'ancien travail classique de sucreries connu sous le nom de *travail alcalin*.

» Les glucoses que l'on trouve dans les raffinés ont leur origine évidente dans l'impureté des sucres bruts, et cette impureté est liée invariablement aux procédés de fabrication qui introduiraient dans les sirops les glucoses tout formés, les ferments ou autres agents qui les produisent. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Analyses de quelques insectes tinctoriaux; par* **M. Ch. Mène.** (Extrait.)

» Les analyses suivantes ont été entreprises dans le but de connaître la composition commerciale des espèces de cochenilles. Ces analyses me semblent offrir de l'intérêt, parce que ces insectes n'ont encore été l'objet d'aucun essai de ce genre.

	Cochenilles			
	de Guatemala.	des Canaries.	dites *mortes*.	de Java.
Eau et perte	4,700	6,060	4,135	8,033
Stéarine	8,155	10,131	3,090	4,255
Margarine (palmitine)	8,451	8,293	3,007	3,108
Matières insolubles à l'eau	6,172	6,004	12,712	14,159
» azotées	7,115	7,152	15,145	12,182
» solubles à l'eau	13,208	10,031	30,674	17,617
» colorantes	48,823	49,007	26,172	33,795
Cendres ($PhO^5.CaO.Cl.KO$)	3,376	3,322	5,065	6,210
	100,000	100,000	100,000	100,000

	Kermès			
	du Chêne-Vert.	de Provence.	d'Espagne.	de Pologne.
Eau et perte	7,214	6,435	6,855	6,217
Stéarine	3,108	2,925	2,935	3,120
Margarine (palmitine)	1,435	1,409	1,517	2,006
Matières insolubles à l'eau	12,735	11,728	11,892	14,445
» azotées	15,355	14,915	14,925	13,277
» colorantes	26,955	24,190	20,975	15,100
» cendres	6,233	8,150	7,060	8,080
» solubles à l'eau	25,965	30,248	33,841	37,755
	100,000	100,000	100,000	100,000

» La quantité de matières grasses trouvée dans les cochenilles a provoqué à Guatemala des essais pour retirer ces principes d'une manière industrielle. J'en ignore les résultats, bien que j'en aie reçu quelques échantillons. »

PHYSIOLOGIE. — *Reproduction mécanique du vol des insectes*. Note de M. **Marey**, présentée par M. Claude Bernard.

« Dans une précédente Note à l'Académie (*Comptes rendus*, t. LXVII, p. 1341), j'ai montré que, si l'on dore l'extrémité des premières ailes d'un insecte hyménoptère, et si l'on fait voler cet insecte dans un rayon de soleil, on voit que la pointe de son aile décrit dans l'espace une figure en 8 de chiffre. Cela indique que, pendant la durée d'une élévation et d'un abaissement, l'aile se porte deux fois en avant et deux fois en arrière. Cette première notion était insuffisante encore pour faire connaître le mouvement de l'aile; en effet, elle ne saurait nous indiquer le sens dans lequel s'exécute ce parcours en 8 de chiffre.

» Pour résoudre cette seconde question, j'ai pris une petite baguette de verre noircie à la fumée; puis, présentant cette baguette dans les différents points du passage de l'aile, j'ai vu que le frottement exercé sur le noir de fumée laissait sa trace tantôt sur la face supérieure, tantôt sur la face inférieure de la baguette, selon que je l'avais enfoncée en bas ou en haut du parcours de l'aile, en avant ou en arrière.

» De la série d'expériences faites dans ces conditions, il résulte que *l'aile se porte d'arrière en avant, aussi bien dans sa descente que dans sa remontée*. L'itinéraire de l'extrémité de l'aile sur tous les points de la figure lumineuse qu'elle décrit se déduit facilement de cette indication.

» *Le plan de l'aile change deux fois pendant sa révolution*. Ce fait ressort de la différence d'éclat que présentent les deux branches du 8 lumineux.

» Si la branche descendante est très-brillante, cela tient à ce que l'aile, en la parcourant, présente sa surface dorée sous un angle favorable à la réflexion de la lumière solaire à l'œil de l'observateur; si en même temps la branche remontante est beaucoup moins lumineuse, c'est que l'aile, en la parcourant, n'est plus dans un plan aussi favorable à la réflexion de la lumière. Comme contre-épreuve, on peut voir que, suivant l'orientation qu'on donne à l'insecte, on fait passer à volonté le maximum d'éclat d'une des branches à l'autre.

» Enfin, pour préciser la nature de ces changements de place, j'ajoute que *pendant la descente, l'aile présente un peu en avant sa face supérieure*, tandis que *pendant la montée cette face regarde un peu en arrière*.

» Tous ces mouvements, si complexes, que l'aile d'un insecte exécute demanderaient un appareil musculaire très-complexe lui-même si l'animal devait effectuer chacun d'eux par un acte spécial. Il faudrait aussi une

coordination bien parfaite pour que ces huit ou dix actes successifs revinssent dans un ordre régulier à chaque révolution alaire, c'est-à-dire 200 à 300 fois par seconde. L'anatomie de l'insecte n'expliquerait pas ce mécanisme compliqué, qui trouve ailleurs une interprétation très-simple.

» On peut prouver qu'il suffit que l'aile s'élève et s'abaisse pour que la résistance de l'air entraîne la production de tous les autres mouvements. En effet, l'aile d'un insecte n'a pas partout une résistance égale; sur son bord antérieur, des nervures épaisses lui donnent de la rigidité, tandis qu'en arrière, elle est mince et flexible. Dans un abaissement rapide de l'aile, la nervure pourra rester rigide, mais la partie flexible, soulevée par la résistance de l'air, prendra une direction oblique, de sorte que la face supérieure de l'aile regarde en avant. Inversement, dans la montée, comme la résistance de l'air se trouvera en haut, la face supérieure de l'aile s'inclinera en arrière.

» Strauss Durkheim avait déjà émis cette idée, que les effets de la résistance de l'air devaient changer ainsi l'inclinaison du plan de l'aile. La méthode optique devait fournir les preuves à l'appui de cette théorie.

» Une fois produit, ce changement de plan entraîne l'obliquité du mouvement d'ascension ou de descente de l'aile, qui ne se borne plus à une oscillation simple; et comme la déviation oblique de l'aile croît avec la vitesse du mouvement dont elle est animée, la ligne du parcours s'incurve dans les phases de ralentissement ou d'accélération.

» Ce mouvement en 8 de chiffre, avec double changement du plan de l'aile de l'insecte, rappelle entièrement celui de la godille des bateliers. Comme la godille dans l'eau, l'aile de l'insecte doit trouver dans l'air une force motrice qui soutient et entraîne le corps de l'animal et constitue l'essence même du vol.

» Pour vérifier l'exactitude de cette théorie, j'ai construit l'appareil suivant. Un mécanisme mis en jeu par une pompe à air produit alternativement l'élévation et l'abaissement d'une paire d'ailes construites sur le même plan que celles des insectes, c'est-à-dire formée en avant par une nervure rigide, et en arrière par une surface flexible, faite de baudruche, que soutiennent de minces tiges d'acier. Cet appareil ailé n'aura pas, sans doute, assez de force motrice pour soulever son propre poids, mais je le place sur une barre pivotante où il est équilibré. Si, par le battement de ses ailes, l'appareil développe la force motrice que la théorie fait prévoir, le système prendra un mouvement de rotation autour d'un axe central.

» L'expérience montre que, dans ces conditions, l'insecte artificiel prend

un mouvement de rotation rapide. Le petit modèle que je soumets à l'Académie développe une force de traction que l'on peut mesurer au dynamomètre, et qui représente le soulèvement d'un poids de 8 à 10 grammes. En changeant l'étendue, la flexibilité des ailes et la fréquence de leurs battements, on peut obtenir une traction beaucoup plus énergique.

» Enfin, si l'on dore la pointe d'une des ailes de cet insecte artificiel, on voit que tous les mouvements et changements de plan exécutés dans le vol de l'insecte véritable se reproduisent dans l'appareil mécanique. Or la force motrice empruntée à la pompe ne peut produire que des élévations et des abaissements de l'aile dans un même plan; il est bien clair, d'après cela, que tous les autres mouvements sont produits par la résistance de l'air.

» La théorie du vol, fondée sur l'action d'un plan incliné qui frappe l'air n'est pas entièrement neuve; on peut en trouver l'origine dans Borelli, qui suppose que l'aile de l'oiseau agit sur l'air à la manière d'un coin. Strauss Durkheim émet plus nettement cette opinion, et montre comment l'insecte tire de la résistance de l'air, devant le plan incliné de son aile, une composante qu'il emploie à se soutenir et à se diriger. M. Girard a fait des expériences très-rigoureuses pour montrer l'exactitude de l'hypothèse de Strauss; il a prouvé que si, par un enduit siccatif, on altère la flexibilité du bord postérieur de l'aile, le vol de l'insecte est aboli.

» Mais on n'avait encore déterminé, avec la rigueur nécessaire, ni la fréquence des mouvements de l'aile des insectes, ni les changements de son plan. Enfin on n'avait pas réussi à imiter les conditions mécaniques si simples qui produisent les mouvements complexes de l'aile d'un insecte et la force qui le fait voler.

» Dans une prochaine Note, j'aurai l'honneur de soumettre à l'Académie la théorie du mécanisme du vol de l'oiseau, que l'on a cru, à tort, identique à celui de l'insecte. »

PHYSIOLOGIE. — *Expériences démontrant que les nageoires des poissons ne se régénèrent qu'à la condition qu'on laisse au moins sur place leur partie basilaire.* Note de **M. J.-M. Philipeaux**, présentée par M. Milne Edwards.

« Mes expériences antérieures sur la rate des mammifères, sur les membres de la Salamandre aquatique et sur ceux de l'Axololt démontrant que ces organes ne se reproduisent qu'à la condition d'en laisser une partie sur place, m'ont fait présumer qu'il devait en être de même pour les nageoires des poissons.

» J'ai donc entrepris deux séries d'expériences comparatives. Dans la première sur des Goujons (*Gobio* L.), j'ai coupé, comme le faisaient mes devanciers, la nageoire abdominale gauche au niveau de la paroi abdominale. Ces poissons ont été remis ensuite dans un bassin, dans de bonnes conditions : aujourd'hui, huit mois après l'opération, on peut voir, comme je l'avais présumé, les nageoires complétement régénérées.

» La seconde série d'expériences a été instituée sur des poissons de la même espèce. J'ai extirpé complétement la nageoire du côté gauche, mais cette fois avec toute sa partie basilaire, c'est-à-dire avec tous les osselets qui la supportent; les poissons ayant été remis dans le bassin, quelques-uns sont morts des suites de l'opération, les autres ont survécu, et aujourd'hui (il y a huit mois que l'opération a été pratiquée) on peut voir que la cicatrisation est parfaite, mais qu'il n'y a pas le moindre indice de régénération.

» Broussenet, qui s'est occupé plus particulièrement de la reproduction des nageoires des poissons, dit que, pour les bien voir se régénérer, il ne faut pas toucher aux osselets qui les supportent.

» Les nouveaux résultats que j'ai l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie parlent donc dans le même sens que mes expériences précédentes, et je crois être autorisé à émettre les conclusions suivantes :

» 1° C'est un fait général, au moins chez les animaux vertébrés, qu'un organe enlevé complétement ne peut jamais se régénérer;

» 2° La régénération d'un organe ne peut se faire qu'à la condition qu'une partie de cet organe ait été laissée sur place. »

EMBRYOGÉNIE. — *Réponse aux observations de* M. Balbiani, *sur le rôle des deux vésicules que renferme l'œuf primitif.* Note de **M. Gerbe**, présentée par M. Coste.

« En réponse à la Note que j'avais eu l'honneur de présenter à l'Académie, dans sa séance du 22 février dernier, M. Balbiani semble me faire le reproche d'avoir voulu revendiquer pour autrui la découverte qu'il a faite d'une deuxième vésicule dans l'œuf d'un certain nombre d'animaux : telle n'a jamais été mon intention. J'ai voulu simplement rappeler que le corps particulier qu'avaient vu MM. de Siébold, de Wittich, V. Carus, dans l'œuf de l'araignée domestique; que l'espace clair que M. Coste a fait figurer dans l'ovule primitif des oiseaux, n'étaient autre chose que la seconde vésicule dont M. Balbiani a démontré l'existence dans l'ovule de plusieurs espèces

animales de classes différentes. Sans cette démonstration, dont nul plus que moi n'apprécie l'importance, il est certain que nous serions encore à nous demander quel est le vrai caractère du corps vu dans les araignées, quelle est la signification de l'espace transparent vu dans l'ovule des oiseaux. Je n'ai donc pu avoir la pensée d'enlever à M. Balbiani le mérite d'une découverte si justement couronnée par l'Académie des Sciences.

» Ce que j'ai voulu établir, c'est que, dans l'ovule de la sacculine, comme dans l'œuf de toutes les espèces à cicatricule, la vésicule depuis longtemps connue sous le nom de *vésicule germinative* est bien réellement celle autour de laquelle se forment et se groupent les matériaux destinés à se transformer en embryon et qu'elle doit, par conséquent, conserver le nom que les premiers observateurs lui ont donné.

» J'ai voulu établir aussi que la seconde vésicule, celle autour de laquelle je vois se développer l'élément nutritif, c'est-à-dire l'analogue du *jaune* de l'œuf des oiseaux, ne peut avoir d'autre rôle que celui de centre de formation de cet élément.

» Je maintiens donc comme exacte la détermination que j'ai donnée de la fonction de chacune de ces vésicules, détermination qui ne résulte pas d'une théorie préconçue, mais de l'observation d'un fait sur lequel on ne peut conserver aucun doute, quand on a sous les yeux une série d'ovules depuis leur origine jusqu'à leur maturation. »

PATHOLOGIE. — *Recherches expérimentales sur le traitement de la fièvre typhoïde par la créosote*. Note de **M. G. Pécholier.**

« Dans les leçons de clinique que j'ai faites l'été dernier à l'hôpital Saint-Éloi de Montpellier, j'ai cherché à démontrer les points suivants :

» 1° Les lésions multiples, constatées chez les sujets qui succombent à la fièvre typhoïde, dans le tube intestinal, le foie, la rate, le poumon, le cerveau, les muscles, etc., font de cette affection un vrai type de celles auxquelles les anciens attachaient la dénomination de maladies *totius substantiæ*.

» 2° Cette altération de la nutrition dans tous les organes, qui se constate dans la fièvre typhoïde, doit nécessairement être précédée par une modification pathologique du sang, ce résevoir général où les organes prennent les matériaux de leur composition. La justesse de cette assertion est d'ailleurs démontrée par l'examen physique et chimique du sang lui-même.

» 3° La modification pathologique du sang dans la fièvre typhoïde dépend

de l'action d'un ferment organisé, lequel se comporte dans le sang à la manière dont M. Béchamp a démontré que se comportent tous les ferments organisés. Puisant dans le sang les matériaux de sa nutrition, il y exhale ceux de sa décomposition et l'altère ainsi radicalement.

» 4° Cette altération, que l'on peut proprement appeler *vitale*, n'est pas la fièvre typhoïde elle-même. La maladie qui porte ce nom est le résultat de la modification produite sur l'économie vivante par le sang vicié et de la réaction de l'économie contre une cause de trouble.

» 5° La mort des typhoïsants serait à peu près infaillible si le ferment organisé dont la présence provoque la maladie ne mourait pas lui-même assez vite, c'est-à-dire dans un temps qui n'excède pas d'ordinaire une vingtaine de jours. Cette destruction du ferment tient, soit à une pullulation extrême et à un véritable encombrement, soit au manque d'aliment convenable dans le sang vicié, soit à toute autre cause encore inconnue. Une fois le ferment mort, l'organisme se débarrasse par un effort spontané, par une *véritable crise*, de ce que les anciens appelaient les *humeurs peccantes*, c'est-à-dire, pour nous, des produits de la fermentation et des détritus du ferment. La santé tend alors à se rétablir, si le malade a pu durer jusque-là et s'il est capable de faire les frais de sa réparation. Il faut ajouter cependant que les altérations multiples de la nutrition dans l'intestin, le poumon, le cerveau, etc., dont nous avons déjà parlé, quoique dépendant primitivement de la modification pathologique du sang, s'en sont plus tard émancipées et qu'elles deviennent par elles-mêmes causes d'accidents graves et variés, très-divers en leur marche et leur terminaison, dans ce que nous avons appelé la deuxième période de la maladie.

» 6° Ces considérations nous ont amené à poser une indication thérapeutique, du premier ordre à nos yeux. Profitant des travaux de M. Béchamp sur les effets de la créosote contre le développement des ferments organisés, nous nous sommes dit que, si la créosote pouvait empêcher l'apparition ou la multiplication des *ferments typhoïdes*, elle deviendrait un puissant remède contre une affection si rebelle à la thérapeutique.

» 7° Dans cette idée, sur une soixantaine de malades atteints de fièvre typhoïde que nous avons eus à soigner dans le service de la clinique médicale de l'hôpital Saint-Éloi, pendant les mois de juillet, août, septembre et le commencement du mois d'octobre de l'année dernière, nous avons essayé l'emploi de la créosote.

» Les malades prenaient tous les jours, par cuillerées, une potion contenant 3 gouttes de créosote, 2 gouttes d'essence de citron, 90 grammes

d'eau commune et 30 grammes d'eau de fleur d'oranger; l'essence de citron étant là comme correctif et peut-être même comme adjuvant. En même temps, on administrait par jour deux lavements, contenant chacun de 3 à 5 gouttes de créosote.

» Ce n'étaient pas de fortes doses de remède que nous voulions donner, mais pour ainsi dire une atmosphère de créosote dont nous voulions imprégner le sang et tout le corps des sujets.

» 8° La médication dont nous parlons a été suivie sans aucune difficulté par tous les malades, la potion telle que nous l'avons formulée étant d'un goût très-supportable. Nous n'avons observé, ni le moindre accident, ni même le moindre inconvénient. Le traitement institué par nous ne nous a d'ailleurs jamais empêché de remplir aucune autre indication thérapeutique sérieuse.

» 9° Voici maintenant quel a été le résultat de notre expérimentation :

» Dans tous les cas où nous n'avons pu agir qu'à une période avancée de la fièvre typhoïde, les résultats thérapeutiques ont été absolument nuls. Cela se comprend du reste, car on n'intervient alors que lorsque tous les ferments organisés sont développés, et la créosote très-diluée est tout à fait impuissante contre eux, dans de telles conditions.

» Dans les cas, au contraire, et ils ont été nombreux, où les malades sont entrés assez tôt à l'hôpital pour que nous ayons pu agir sur eux dès le début de la maladie, ou du moins à une période rapprochée du début, la médication instituée par nous a eu une action très-efficace pour diminuer l'intensité de la fièvre typhoïde et raccourcir sa durée. Nous savons bien qu'une telle appréciation peut être parfois sujette à l'erreur; car il est difficile de calculer d'une manière rigoureuse l'intensité future d'une fièvre typhoïde qui commence. Cependant, quand nous avons vu chez un grand nombre de nos malades qui ont pris le remède en temps opportun l'affection rester très-bénigne au milieu d'une épidémie, grave d'ailleurs, nous pensons qu'il est permis d'affirmer qu'il n'y a pas eu là une simple coïncidence, mais bien une action thérapeutique très-heureuse et très-réelle. D'ailleurs ce ne sont pas des résultats empiriques purs que nous annonçons. L'expérimentation n'a marché que guidée par les inspirations d'une théorie qui répond pour ainsi dire de la valeur de ses résultats.

» *Conclusion.* — Des faits et des considérations précédentes nous croyons pouvoir conclure que la créosote, administrée à faible dose, *en* potion et en lavement, et probablement aussi en vapeurs, au début de la fièvre

typhoïde et dans les premiers jours de son invasion, a des effets puissants pour diminuer l'intensité de la maladie et raccourcir sa durée.

» Nous ajoutons que ce remède employé comme moyen prophylactique en temps d'épidémie, dans les hospices, les casernes, les colléges, etc., aurait sans doute une efficacité radicale. »

M. **Commaille** adresse une Lettre concernant l'acide atractylique, analysé, étudié et signalé par M. Lefranc, il y a quelques mois. Il réclame la priorité, ayant isolé lui-même un acide spécial en analysant la racine d'Atractylis, il y a quelques années.

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section d'Anatomie et de Zoologie et la Section de Minéralogie et de Géologie proposent, par l'organe de M. **Milne Edwards**, les candidats dont les noms suivent, pour la liste qui doit être présentée par l'Académie à M. le Ministre de l'Instruction publique, pour la chaire de Paléontologie actuellement vacante au Muséum d'Histoire naturelle de Paris, par suite de la démission de *M. d'Archiac* :

En première ligne. . . . . M. **Lartet**.
En seconde ligne . . . . M. **Alb. Gaudry**.

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 6 heures un quart. É. D. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 8 mars 1869, les ouvrages dont les titres suivent :

Sur les phénomènes périodiques en général; par M. Ad. QUETELET. Bruxelles, sans date; br. in-8°.

Sur la différence de longitude entre les Observatoires de Leyde et de Bruxelles, aux mois d'août et de septembre 1868, *etc.*; *par* M. Ad. QUETELET. Bruxelles, sans date; br. in-8°.

Annuaire de l'Observatoire royal de Bruxelles; par M. Ad. QUETELET, 1869, 36e année. Bruxelles, 1868; in-8°.

Bulletin de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique, 37e année, 2e série, t. XXV et XXVI, 1868. Bruxelles, 1868; 2 vol. in-8°.

Liste des publications des Sociétés savantes et des gouvernements, ainsi que des journaux scientifiques qui se trouvent dans la Bibliothèque de la Société hollandaise des Sciences de Harlem, etc. Harlem, 1869; in-8°.

Su... *Sur l'électrophore et sur l'induction électrostatique; Note* du professeur CANTONI. Milan, 1869; br. in-8°.

Intorno... *Note sur une démonstration de Daviet de Foncenex; par* M. A. GENOCCHI. Turin, 1869; in-8°.

Di... *D'une formule de Leibnitz et d'une Lettre de Lagrange au comte Fagnano; par* M. A. GENOCCHI. Turin, 1869; br. in-8°.

L'Académie a reçu, dans la séance du 15 mars 1869, les ouvrages dont les titres suivent :

Recueil de Mémoires et observations sur l'hygiène et la médecine vétérinaire militaires, rédigé sous la surveillance de la Commission d'hygiène hippique, et publié par ordre du Ministre Secrétaire d'Etat au département de la Guerre, t. XVII. Paris, 1866; 1 vol. in-8° avec 12 planches.

L'électricité moteur de tous les rouages de la vie, etc.; par M. E. REBOLD. Paris, 1869; 1 vol. in-8° avec 6 planches.

Société de médecine légale de Paris, fondée le 10 *février* 1868. *Bulletin,* t. I, fascicule 1, 1868. Paris, 1869; in-8°.

La vie dans la nature et dans l'homme, rôle de l'électricité dans la vie universelle; par M. E. ALLIOT, 2e partie. Paris, 1869; in-12. (Adressé par l'auteur à la Commission du legs Bréant, 1869.)

Mémoire sur les dissolvants et les désagrégeants des produits pseudomembraneux, et sur l'emploi du brome dans les affections pseudomembraneuses; par M. Ch. OZANAM. Paris, 1869; in-8°, deuxième édition augmentée. (Adressé au concours des prix de Médecine et Chrurgie, 1869.)

Aperçu sur le fonctionnement du système nerveux; par M. RAMES. Aurillac, 1868; in-8°. (Adressé au concours des prix de Médecine et Chirurgie, 1869.)

Service hydrométrique du bassin de la Seine : Observations faites en 1867 *et* 1868, 8 cartes grand aigle.

Treatises... *Discours sur la lumière, la couleur, l'électricité et le magnétisme; par* MM. J.-F. JENCKEN *et* H.-D. JENCKEN. Londres, 1869; in-8° relié.

I corpi... *Les corps considérés comme individualités chimiques, etc.; par* M. A. MAZZONI. Faenza, 1868; in-8°.

Sull... *Sur la constatation des décès; par* M. F. DELL' ACQUA. Milan, 1869; in-8°.

ERRATA.

(Séance du 8 mars 1869.)

Page 586, ligne 12, *au lieu de* suivie, *lisez* suivre.

Page 587, ligne 3, en remontant, *au lieu de* T_3, *lisez* T_2.

Page 587, ligne 1, en remontant, *au lieu de* T_3, *lisez* T_2.

Page 587, ligne 1, en remontant, *au lieu de* force en question, *lisez* face en question.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 22 MARS 1869.

PRÉSIDENCE DE M. CLAUDE BERNARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉTÉOROLOGIE. — *Mémoire sur la température de l'air sous bois et hors des bois; par* **MM. Becquerel** *et* **Edm. Becquerel.**

« Lorsqu'on cherche à se rendre compte des causes nombreuses qui influent sur la température de l'air, sous bois et hors des bois, il faut commencer par prendre en considération la nature du sol et les objets divers qui le recouvrent, lesquels agissent suivant leurs pouvoirs émissifs, absorbants, rayonnants et conducteurs; on se met à l'abri de ces influences en s'élevant au-dessus du sol de 20 à 30 mètres, et même au delà, suivant la localité, sous nos latitudes moyennes, comme l'ont reconnu M. Martins à Montpellier, M. Plantamour à Genève, et l'un de nous à Paris.

» Le moyen le plus facile de faire ces observations est d'employer le thermomètre électrique, qui permet d'observer à telle hauteur qu'on le juge convenable, loin de la présence de l'observateur.

» Les observations de température faites à $1^{m},33$ au-dessus du sol, comme il est d'usage, donnent la température de l'air compliquée des effets de rayonnement des objets qui le recouvrent, tels que bâtiments, arbres, etc.

Nous avons dû en agir ainsi dans les observations dont il va être question, puisque nous avons eu l'intention de connaître l'influence des bois sur la température de l'air.

» Ces observations ont été faites en 1866, 1867, 1868, dans cinq localités de l'arrondissement de Montargis (Loiret), avec les ressources que l'Académie a bien voulu mettre à notre disposition; mais avant de rapporter les résultats obtenus, nous croyons utile de rappeler l'influence qu'exercent les arbres sur la température de l'air, afin de pouvoir interpréter les effets obtenus qui résultent d'actions complexes, comme on va le voir :

» Les expériences que l'un de nous a faites, il y a déjà un certain nombre d'années, ont montré que la température moyenne de l'air et celle de l'intérieur d'arbres isolés, exposés au rayonnement solaire, sont égales; ces arbres s'échauffent comme tous les corps placés à la surface du sol, mais avec cette différence toutefois que les heures des maxima et des minima ne sont pas les mêmes que dans l'air : elles varient suivant l'espèce et le diamètre des arbres; dans les feuilles les variations de température ont lieu à peu près comme dans l'air ambiant, dans les jeunes branches un peu plus tard, et ainsi de suite jusqu'au tronc, où elles sont très-lentes. On fait abstraction ici de la chaleur propre des arbres, résultant des diverses réactions qui ont lieu dans les tissus et de celle qu'ils empruntent aux liquides absorbés par les racines, attendu qu'elles sont faibles comparées à celle provenant de la radiation solaire ou du rayonnement nocturne, comme le prouvent les maxima et minima de température, lesquels sont en rapport avec ceux de l'air, quoique à des heures différentes. Cette chaleur propre des arbres joue un rôle important en hiver, puisqu'elle empêche un abaissement trop grand de température dans leurs tissus, qui leur serait fatal, mais il est à croire que cette cause n'est peut-être pas la seule. Dans un arbre de 5 à 6 décimètres de diamètre, le maximum de température a lieu en été, vers 10 ou 11 heures du soir, et en hiver vers 6 heures, tandis que dans l'air il se montre, suivant la saison, entre 2 ou 3 heures; de cette différence entre les heures des maxima résulte, comme on l'a reconnu du reste par l'observation, que la température peut s'abaisser dans l'air par une cause quelconque, telle que le passage d'un nuage, un changement dans la direction du vent, etc., et s'élever dans l'intérieur des arbres, par suite de la chaleur acquise par les couches extérieures, laquelle est transmise lentement aux couches intérieures, à cause de leur mauvaise conductibilité.

» Lorsque les arbres forment des massifs et sont en feuilles, voici ce qui se passe : Les troncs et les branches inférieures s'échauffent lentement, étant garantis du rayonnement solaire dans le jour, et pendant la nuit du rayonnement céleste par les feuilles, qui agissent aussi par leur grand pouvoir absorbant et émissif: elles échauffent l'air plus ou moins, sous l'influence de la radiation solaire, suivant que le ciel est clair ou nuageux, tandis que le rayonnement céleste, pendant la nuit, produit des effets contraires. En premier lieu, il y a un courant ascendant d'air chaud, dans le second un courant descendant d'air froid vers le sol; d'un autre côté, l'évaporation incessante par les feuilles étant une cause de refroidissement de l'air, il en résulte une complication d'effets calorifiques, dont la résultante ne peut être connue que par un très-grand nombre d'observations faites dans différents lieux, ne présentant pas les mêmes conditions climatériques. La température de l'air, sous bois et hors des bois, dépend non seulement de la nature du sol, selon qu'il est siliceux ou argileux, sec ou humide, mais encore de celle des arbres, selon qu'ils sont plus ou moins bons conducteurs de la chaleur, et de leur âge.

» Dans les sols, on doit avoir égard encore à la faculté qu'ils possèdent de retenir la chaleur, et à la température maximum que peut acquérir la couche supérieure.

» Avec les sols calcaires, siliceux ou argileux, Schubler a trouvé qu'en représentant par 100 la faculté que possède le sable calcaire de retenir la chaleur, celle de la terre argileuse est 68,5; quant à la température maximum, selon que la terre est humide ou sèche, l'air ambiant étant 25 degrés, elle paraît varier de 37 à 44 degrés.

» Ces données suffisent pour montrer les effets calorifiques qui résulteraient du déboisement d'une contrée dont le sol serait siliceux, calcaire, argileux, sec ou humide. Ces sols étant boisés, des effets du même genre sont produits, à l'intensité près toutefois, lesquels dépendent encore de l'âge des bois.

» Telles sont les considérations que nous avons cru devoir présenter auparavant d'arriver à la discussion des observations de température faites dans cinq localités de l'arrondissement de Montargis pendant trois ans, et qui sont au nombre de plus de quatorze mille.

» Ces localités sont Montargis, Chatillon-sur-Loing, la Jacqueminière, canton de Courtenay, et la Salvionnière, à 2 kilomètres du bourg de Charme.

» Ces observations ont été faites avec le thermométrographe placé à

1m, 33 au-dessus du sol, afin d'avoir l'influence de ce dernier. La température moyenne a été déduite des maxima et des minima moyens, dont la connaissance est également indispensable pour la détermination des climats.

» Les observations de Montargis nous ont été communiquées obligeamment par M. Parant, ingénieur civil et habile météorologiste. Les instruments dans trois localités ont été placés près des bois et sous bois.

» Toutes les observations ont été groupées en vingt-huit tableaux, à l'aide desquels on peut vérifier d'un seul coup d'œil les résultats généraux dont nous allons parler. De ces vingt-huit tableaux, il y en a cinq pour chaque localité, dans lesquels on trouve les moyennes mensuelles, celles des saisons et des variations, un tableau pour les moyennes générales et deux pour les moyennes des températures du Jardin des Plantes pendant 1867 et 1868, afin de servir de point de comparaison.

» Voici les conséquences auxquelles conduisent les moyennes contenues dans les vingt-huit tableaux dont on vient de parler.

» 1° La température moyenne pour 1866, 1867, 1868, a été plus grande dans l'intérieur des villes hors des bois qu'en dehors.

A Chatillon-sur-Loing	11°,73
A Montargis	11,19

» Dans la première localité, les thermométrographes sont placés dans un vaste jardin, entouré de murs de 10 mètres de hauteur et de 2 mètres d'épaisseur, lesquels devaient influer sur la température de l'air par leur rayonnement; dans la seconde, près d'une promenade.

» Dans les autres localités qui sont entrecoupées de terres et de bois, on a eu :

A la Jacqueminière	10°,97
Au Charme	10,70
A la Salvionnière	10,57

» En comparant ces valeurs à celles de Paris, de 1861 à 1864, obtenues également avec les maxima et les minima, on a :

A l'Observatoire de Paris	10°,879
Au Jardin des Plantes	10,949
Différence	0,070

» Cette différence est insignifiante; ces températures diffèrent également peu de celles des trois dernières localités.

» 2° La température moyenne de l'air sous bois est un peu inférieure à celle en dehors du bois.

A la Jacquеminière la différence a été.......	0°,79
A Chatillon (dans un bosquet futaie).........	0,54
Différence moyenne...............	0,66

» A la Salvionnière elle a été en sens inverse de 0°,29 seulement, mais il faut dire aussi que dans cette localité le bois est un taillis non garni d'anciennes réserves comme les autres bois, qui ont, en raison de cela, une température spéciale, comme on l'a dit précédemment.

» 3° Les maxima moyens hors du bois sont plus élevés que sous bois :

Pour Châtillon, de......................	0°,38
Pour la Jacquеminière, de	2,00

» Pour la Salvionnière, la différence a été de 0°,76 en sens inverse.

» Quant aux minima, ils ont été un peu plus bas en plaine que sous bois, comme il était facile de le concevoir.

» 4° La température moyenne de l'été, qui se compose de celles des mois de juin, juillet et août, a été supérieure hors du bois à celle sous bois :

A Châtillon, de.........................	1°,16
A la Jacquеminière, de....................	2,25
A la Salvionnière, de.....................	0,10
Moyenne.........	1,17

» Les variations de température ont été plus grandes dans deux localités sous bois que hors du bois d'environ un $\frac{1}{2}$ degré. Dans une troisième localité, où le thermométrographe était placé au nord, adossé à un mur, près d'une prairie, et par conséquent dans une position spéciale, à cause du rayonnement nocturne, les variations ont été en sens inverse de 2°,5 environ.

» 5° Les différences entre les plus basses températures pendant les plus grands froids n'ont pas été telles qu'on aurait pu s'y attendre. En effet, les observations faites dans les trois localités ont montré que, lorsque la température descend de 8 à 10 degrés au-dessous de zéro et au delà, il fait plus froid sous bois que hors bois; les différences s'élèvent quelquefois à près de 1 degré. On ne sait comment expliquer cette inversion.

» On peut s'adresser ensuite cette question : comment se fait-il que, lorsque la température de l'air sous bois ou hors du bois s'abaisse à

10 degrés, 15 degrés et au delà, au-dessous de zéro, celle des arbres n'atteigne pas ce degré, du moins on doit le supposer d'après des expériences anciennement faites, car, si cela était, les tissus seraient désorganisés. Dans ces cas-là, la température des arbres, quelque faible qu'elle soit, n'interviendrait-elle pas pour atténuer les effets du refroidissement, qui finirait par faire périr les arbres? Il pourrait se faire aussi que l'écorce préservât jusqu'à un certain point l'intérieur des arbres d'un trop grand refroidissement, comme agit le tissu cellulaire à l'égard des muscles de l'homme et des animaux qu'il recouvre. M. Becquerel a trouvé effectivement que le tissu cellulaire a toujours une température plus basse que celle des muscles, celle-ci étant invariable dans l'état normal, et l'autre étant soumise aux variations de température atmosphérique.

» On doit conclure de ce qui est rapporté dans ce Mémoire que, dans les localités de la région indiquée, l'intérieur des bois a un climat un peu différent de celui de l'extérieur, sous le rapport de la température. »

PHYSIQUE. — *Sur la chaleur développée dans les courants interrompus.* Note de **MM. Jamin** et **Roger.**

« Occupés depuis longtemps de recherches sur l'induction, nous avons été incidemment conduits à étudier les propriétés calorifiques des courants interrompus.

» Pouillet a démontré que, si on lance un courant d'intensité I dans un circuit rectiligne et court, ne développant aucun phénomène d'induction, et qu'on vienne ensuite à l'interrompre, à intervalles réglés et très-courts, par un appareil vibratoire, la boussole accuse une intensité apparente I_1. Cette intensité est égale à I diminué dans le rapport du temps α, pendant lequel passe le courant, à la durée 1 d'une vibration de l'interrupteur; de sorte que l'on a

$$I_1 = I\alpha.$$

» On peut inférer de ce résultat que le courant interrompu est alors constitué par des tronçons successifs de courants qui durent un temps α et qui ont une intensité réelle I, et qu'il ne se fait aucun changement, soit au moment de l'établissement, soit à celui de la cessation de chaque tronçon.

» On sait, d'autre part, que, suivant M. Joule, la quantité de chaleur C dégagée pendant l'unité de temps dans chaque résistance r, par un courant d'intensité I, est proportionnelle à cette résistance r et au carré I^2 de cette intensité; elle est égale à KrI^2, K étant un coefficient constant. Cette loi est

démontrée pour les courants continus; nous avons cherché ce qu'elle devient pour les courants interrompus.

» Pour cela, nous avons fait passer ces courants dans un thermorhéomètre, instrument imaginé par l'un de nous, et qui a été soumis à l'Académie dans la séance du 6 juillet 1868. Cet instrument se compose essentiellement d'un fil fin de platine, dont on peut faire varier la longueur, et qui est plongé dans le réservoir d'un thermomètre au milieu d'un liquide isolant. La chaleur développée par le courant dans le fil se transmet à ce liquide et se mesure par la dilatation observée. En opérant ainsi, nous avons reconnu que les courants interrompus développent toujours plus de chaleur que des courants continus de même intensité apparente I_1.

» Ce fait ne contredit pas la loi de Joule; on va voir au contraire qu'il la confirme, en la généralisant, en même temps qu'il justifie les idées de Pouillet. En effet, chaque tronçon de courant ayant, d'après ce physicien, une intensité réelle I et une durée α, doit dégager pendant une vibration une quantité de chaleur égale à $KrI^2\alpha$. Si l'on remplace l'intensité réelle I par sa valeur $\frac{I_1}{\alpha}$, cette chaleur doit être $\frac{KrI_1^2}{\alpha}$. Toutes choses égales d'ailleurs, elle sera minimum si $\alpha = 1$, c'est-à-dire si le courant est continu; elle augmentera quand α diminuera, c'est-à-dire quand la durée de chaque tronçon de courant décroîtra.

» Pour vérifier cette formule théorique, nous avons employé un interrupteur ordinaire de Froment. Une pointe de platine fixée à une lame vibrante plongeait en s'abaissant dans un godet plein de mercure et transmettait le courant; elle en sortait en se soulevant, et rompait la communication. On prolongeait la durée de chaque tronçon en soulevant le niveau du mercure, on la diminuait en l'abaissant; la valeur de α, c'est-à-dire la durée de l'immersion, se mesurait aisément.

» Le tableau suivant montre : 1° que I_1, l'intensité apparente du courant interrompu, peut se calculer d'après la loi de Ohm et de Pouillet, et qu'elle est égale à $\frac{A\alpha}{R+r}$, A étant la force électromotrice et $R+r$ la résistance totale du circuit; 2° que la quantité de chaleur développée dans la résistance r divisée par $\frac{rI_1^2}{\alpha}$ est une quantité constante égale à K ($K = 0,19$), que le courant soit interrompu ou qu'il soit continu.

Tableau n° 1.

Valeurs de K *et de* I_1 *sans bobine.*

($A = 410,8$; $R = 3,650$).

Intensité I_1			$\alpha = 1$		$\alpha = 0,06$	
observée.	calculée.	Résistance r.	C	$K = \frac{C\alpha}{rI_1^2}$.	C	$K = \frac{C\alpha}{rI_1^2}$.
14,40	14,20	25,30	1080	0,20	1620	0,18
15,45	15,10	23,62	1160	0,20	1710	0,18
16,55	16,63	21,04	1150	0,20	1838	0,19
18,90	19,40	18,12	1120	0,20	2118	0,19
21,43	21,23	15,70	1470	0,20	2120	0,19
24,16	24,25	13,25	1640	0,21	2520	0,19
28,72	28,82	10,66	1800	0,20	3820	0,20
35,60	35,35	7,97	2150	0,21	3510	0,20
44,70	45,29	5,42	2490	0,23	4150	0,20
		Moyennes..........		0,20		0,19

» On sait que les choses ne sont plus aussi simples lorsqu'on place dans le circuit une bobine contenant un fer doux; l'intensité apparente du courant discontinu n'est plus donnée par la formule $I_1 = I\alpha$: elle est beaucoup plus petite, et suit des lois nouvelles, aujourd'hui bien connues et étudiées par divers physiciens. Désignons-la par I'_1; il est clair qu'alors chaque tronçon de courant est très-compliqué : affaibli à son commencement par le contre-courant et augmenté quand il se rompt par un coup de fouet final, l'extra-courant. Il était probable que la loi de Joule serait modifiée dans un thermorhéomètre interposé dans le circuit.

» Il n'en fut rien : la quantité de chaleur dégagée dans ce thermorhéomètre fut toujours représentée par la formule $\frac{KrI_1'^2}{\alpha}$, au moins dans le cas où les interruptions sont assez rapides, comme si chaque tronçon de courant avait une intensité réelle constante $\frac{I'_1}{\alpha}$; I'_1 était déterminée par l'action spéciale de la bobine suivant des lois nouvelles, qui ne sont pas celles de Ohm.

» Cela est démontré par le tableau suivant, obtenu avec des expériences où une bobine était interposée dans le circuit.

Tableau n° 2.

Valeurs de K avec une bobine dans le circuit.

Intensité I'_1.	Résistance r.	$\alpha = 1$ C	$\alpha = 1$ $K = \frac{C\alpha}{rI'^2_1}$.	$\alpha = 0,5$ C	$\alpha = 0,5$ $K = \frac{C\alpha}{rI'^2_1}$.
9	25,46	440	0,20	647	0,19
9,25	23,88	350	0,17	755	0,17
9,92	21,04	376	0,18	845	0,21
11,00	18,44	381	0,17	1039	0,23
12,52	15,78	466	0,18	915	0,18
13,90	13,15	426	0,18	997	0,21
15,65	10,57	427	0,16	970	0,18
18,70	7,86	476	0,17	1014	0,19
22,50	5,29	467	0,16	965	0,17
23,83	3,37	289	0,15	791	0,20
25,95	1,81	265	0,21	611	0,25
	Moyennes.......		0,18		0,19

» Mais, s'il n'y a rien de changé dans la portion du circuit qui est constituée par le thermorhéomètre, c'est-à-dire dans une portion où ne se fait aucune induction, tout se modifie au contraire dans la bobine, et si sa résistance est R, la chaleur qui s'y produit est très-supérieure à celle que l'on calcule par la formule $\frac{KRI'^2_1}{\alpha}$. La loi est donc changée pendant l'induction d'un courant sur lui-même dans la portion où cette induction se fait; mais elle n'est changée que dans cette portion. Nous étudierons bientôt ce changement.

» Avant d'y arriver, il nous sera permis de revenir sur une réclamation de priorité que M. Le Roux nous a opposée.

» M. Le Roux a publié, en 1857, des idées purement théoriques d'après lesquelles un tronçon de courant rencontrerait dans toute portion de conducteur une résistance supérieure à la résistance statique que les lois de Ohm assignent à ce conducteur, et il a vu dans nos précédentes expériences une confirmation de ces idées.

» Nous comprenons d'autant moins cette revendication que nos formules sont en désaccord complet avec celles de M. Le Roux, et que, loin d'avoir justifié sa théorie, nous croyons avoir démontré qu'elle n'est pas fondée.

» Nous prouvons aujourd'hui que la base même de son raisonnement n'est point exacte, et qu'un courant interrompu se comporte dans un cir-

cuit rectiligne comme un courant continu. A la vérité, les choses sont plus complexes dans une bobine; mais c'est un fait d'induction pure, ainsi que l'a établi M. Helmholtz. »

PHYSIQUE. — *Sur les propriétés physiques et le pouvoir calorifique des huiles minérales et des pétroles; par* **M. H. Sainte-Claire Deville** (1).

« J'ai donné, dans la séance du 15 février 1869, la description succincte des procédés qui m'ont servi à déterminer les pouvoirs calorifiques des huiles minérales. Je renverrai à la page 349 du présent volume pour les détails qui concernent la méthode, et je me contenterai de publier aujourd'hui mes résultats, en les faisant précéder de quelques observations très-courtes:

» 1° Les numéros sous lesquels sont inscrites les matières que je vais mentionner sont les mêmes que ceux qui sont affectés à ces mêmes matières dans les parties de ma publication où j'ai donné leurs propriétés physiques et leur composition. Pour les n^{os} de 1 à 12 je renvoie à mon Mémoire du 9 mars 1868 (2); pour les n^{os} de 13 à 41 je renvoie à ma communication du 1er mars dernier (page 486 de ce volume). Les huiles dont j'ai possédé des quantités suffisant à l'examen de leurs pouvoirs calorifiques ont seules été étudiées.

» 2° Dans les tableaux suivants, l'*huile consommée* et le poids qui accompagne cette dénomination indiquent la quantité de matière brûlée pendant tout le temps que l'appareil a fonctionné avec la régularité nécessaire à une grande précision.

» 3° Le chiffre de la *vapeur produite* indique la quantité de vapeur sèche produite pendant ce temps et condensée.

» 4° La température de l'eau condensée au moment où elle est renvoyée dans le générateur est indiquée par les mots : *température de l'eau d'alimentation.*

» 5° La *quantité d'eau passée dans la cheminée* exprime le volume de l'eau destinée à rafraîchir les surfaces de condensation où la vapeur d'eau et les gaz résultants de la combustion sont ramenés à très-peu près à la température ambiante.

» 6° La *différence entre les températures de cette eau* au moment où elle entre dans le réfrigérant et au moment où elle en sort, multipliée *par la quantité d'eau passée dans la cheminée*, indique le nombre de *calories déposées dans la cheminée.*

(1) L'Académie a décidé que cette communication, bien que dépassant les limites réglementaires, serait reproduite en entier au *Compte rendu.*

(2) *Comptes rendus*, t. LXVI, p. 446.

» 7° La *température des gaz à la sortie* de la cheminée a été prise au moment où les produits de la combustion sortent du réfrigérant.

» 8° La *température de l'air à l'entrée* a été déterminée au moment où l'air, souvent un peu chauffé artificiellement et rendu humide, pénètre dans le foyer pour alimenter la combustion : les chiffres qui indiquent les deux températures de sortie des gaz et de l'entrée de l'air doivent être aussi égaux que possible dans une bonne expérience.

» 9° La quantité de *vapeur produite* par 1 kilogramme d'huile permet de calculer le nombre de calories qu'a produites, en brûlant, 1 kilogramme d'huile pour porter l'eau d'alimentation de la température donnée à la troisième ligne de ces tableaux à la température de 100 degrés pour la volatiliser sous la pression de 760 millimètres.

» 10° C'est ce nombre de calories correspondant à 1 kilogramme d'huile qui se trouve indiqué sous le nom de *calories de la vapeur*.

» 11° J'ai expliqué plus haut ce que signifiait le nombre correspondant aux *calories déposées dans la cheminée*, et qui se rapporte encore à la dépense de 1 kilogramme d'huile.

» 12° J'ai déterminé la perte de la partie nue de mon générateur pendant une minute, et cette perte multipliée par le temps nécessaire à la combustion de 1 kilogramme d'huile représente le nombre de calories désignées par : *calories perdues par rayonnement*.

» 13° Enfin la somme de ces trois dernières quantités donne le nombre de calories que peut fournir en brûlant 1 kilogramme d'huile minérale : c'est cette somme que je désigne sous le nom de *pouvoir calorifique*.

N° **1**. *Huile lourde de la Virginie occidentale*, employée à lubrifier les machines, provenant du White-oak, à la partie inférieure du terrain houiller, à environ 135 mètres de profondeur, donnée par M. Foucou.

Huile consommée	16^k,664
Vapeur produite	243^k
Température de l'eau d'alimentation	22°,5
Eau passée dans la cheminée	1441^k
Différence des températures de cette eau	13°,23
Température des gaz à la sortie	26°,6
Température de l'air à l'entrée	27°
Vapeur produite par 1 kilogramme d'huile	14^k,584

Calories de la vapeur	8960
Calories déposées dans la cheminée	1144
Calories perdues par rayonnement	76
Pouvoir calorifique	10180

90..

N° 2. *Huile légère de la Virginie occidentale,* employée à la fabrique des huiles d'éclairage; elle provient du Burning-Springs, dans les grès supérieurs du terrain devonien, à environ 220 mètres de profondeur; donnée par M. Foucou.

Huile consommée	20^{k},480
Vapeur produite	298^{k}
Température de l'eau d'alimentation	22°,4
Eau passée dans la cheminée	1713^{k}
Différence des températures de cette eau	14°,39
Température des gaz à la sortie	27°,5
Température de l'air à l'entrée	27°,5
Vapeur produite par 1 kilogramme d'huile	14^{k},553
Calories de la vapeur	8943
Calories déposées dans la cheminée	1203
Calories perdues par rayonnement	77
Pouvoir calorifique	10223

N° 3. *Huile légère de Pensylvanie,* la plus employée dans les fabriques d'éclairage; elle provient de l'Oil-Creek, de la troisième assise du grès de la partie supérieure du terrain devonien, à 200 mètres environ de profondeur; brun-verdâtre et fluorescente; donnée par M. Foucou.

Huile consommée	16^{k},581
Vapeur produite	233^{k}
Température de l'eau d'alimentation	22°,5
Eau passée dans la cheminée	1374^{k}
Différence des températures de cette eau	15°,11
Température des gaz à la sortie	27°,5
Température de l'air à l'entrée	27°,5
Vapeur produite par 1 kilogramme d'huile	14^{k},052
Calories de la vapeur	8635
Calories déposées dans la cheminée	1252
Calories perdues par rayonnement	76
Pouvoir calorifique	9963

N° 4. *Huile lourde de l'Ohio,* aujourd'hui encore peu employée à cause de la concurrence des huiles de Virginie; noire et visqueuse (M. Foucou).

Huile consommée	11^{k},961
Vapeur produite	178^{k}
Température de l'eau d'alimentation	25°,4
Eau passée dans la cheminée	1195^{k}
Différence des températures de cette eau	12°,20
Température des gaz à la sortie	33°,3
Température de l'air à l'entrée	33°,5
Vapeur produite par 1 kilogramme d'huile	14^{k},881

Calories de la vapeur	9101
Calories déposées dans la cheminée	1219
Calories perdues par rayonnement	79
Pouvoir calorifique	10399

N° 5. *Huile lourde de Pensylvanie*, provenant des bords de la rivière Alleghany, au-dessus de la ville de Franklin (Plumer-farm), des premières assises du grès supérieur du terrain devonien, à la profondeur de 200 mètres environ; employée à lubrifier les machines (M. Foucou).

Huile consommée	10^k,583
Vapeur produite	162^k
Température de l'eau d'alimentation	23°,9
Eau passée dans la cheminée	1015^k
Différence des températures de cette eau	12°,50
Température des gaz à la sortie	26°,9
Température de l'air à l'entrée	27°,4
Vapeur produite par 1 kilogramme d'huile	15^k,305

Calories de la vapeur	9384
Calories déposées dans la cheminée	1199
Calories perdues par rayonnement	89
Pouvoir calorifique	10672

N° 6. *Huile américaine de pétrole du commerce de Paris* (sans doute de Pensylvanie), noire, fluorescente en bleu.

Huile consommée	9^k,332
Vapeur produite	132^k
Température de l'eau d'alimentation	24°,3
Eau passée dans la cheminée	678^k
Différence des températures de cette eau	14°,25
Température des gaz à la sortie	29°
Température de l'air à l'entrée	29°
Vapeur produite par 1 kilogramme d'huile	14^k,145

Calories de la vapeur	8668
Calories déposées dans la cheminée	1035
Calories perdues par rayonnement	68
Pouvoir calorifique	9771

N° 7. *Huile lourde de la Compagnie parisienne du gaz* (extraite de la houille).

Huile consommée	14^k,092
Vapeur produite	180^k
Température de l'eau d'alimentation	11°,5

Eau passée dans la cheminée	745^k
Différence des températures de cette eau	16°,94
Température des gaz à la sortie	14°
Température de l'air à l'entrée	14°
Vapeur produite par 1 kilogramme d'huile	12^k,770

Calories de la vapeur	7983
Calories déposées dans la cheminée	866
Calories perdues par rayonnement	67
Pouvoir calorifique	8916

N° 8. *Pétrole de Parme* (commune de Salo), donné par le Commandeur Devincenzi; liquide, limpide, coloration ambrée, fluorescente en bleu.

Huile consommée	15^k,224
Vapeur produite	212^k,5
Température de l'eau d'alimentation	23°,9
Eau passée dans la cheminée	825^k
Différence des températures de cette eau	18°,2
Température des gaz à la sortie	32°,1
Température de l'air à l'entrée	32°,5
Vapeur produite par 1 kilogramme d'huile	13^k,960

Calories de la vapeur	8557
Calories déposées dans la cheminée	1502
Calories perdues par rayonnement	62
Pouvoir calorifique	10121

N° 9. *Huile de Java* (commune de Dandang-Ilo, district de Timaacon, résidence de Rembang), donnée par M. Von Baumhauer, Secrétaire perpétuel de la Société Néerlandaise de Harlem.

Huile consommée	8^k,252
Vapeur produite	124^k
Température de l'eau d'alimentation	17°,8
Eau passée dans la cheminée	1075^k
Différence des températures de cette eau	10°,83
Température des gaz à la sortie	22°,5
Température de l'air à l'entrée	22°,8
Vapeur produite par 1 kilogramme d'huile	15^k,021

Calories de la vapeur	9306
Calories déposées dans la cheminée	1410
Calories perdues par rayonnement	115
Pouvoir calorifique	10831

N° **10.** *Huile de Java* (commune de Tjibodas-Fanggah, district de Madja, résidence de Cheribon), donnée par M. Von Baumhauer.

Huile consommée	$8^k,932$
Vapeur produite	122^k
Température de l'eau d'alimentation	16°,9
Eau passée dans la cheminée	622^k
Différence des températures de cette eau	15°,13
Température des gaz à la sortie	25°,2
Température de l'air à l'entrée	25°,2
Vapeur produite par 1 kilogramme d'huile	$13^k,658$
Calories de la vapeur	8469
Calories déposées dans la cheminée	1053
Calories perdues par rayonnement	71
Pouvoir calorifique	9593

N° **11.** *Huile de Java* (commune de Gogor, district de Kendong, résidence de Sarabaya), donnée par M. Von Baumhauer.

Huile consommée	$7^k,934$
Vapeur produite	112^k
Température de l'eau d'alimentation	16°,8
Eau passée dans la cheminée	669^k
Différence des températures de cette eau	16°
Température des gaz à la sortie	23°,2
Température de l'air à l'entrée	24°
Vapeur produite par 1 kilogramme d'huile	$14^k,116$
Calories de la vapeur	8754
Calories déposées dans la cheminée	1349
Calories perdues par rayonnement	80
Pouvoir calorifique	10183

N° **12.** *Huile de Bechelbronn* (Bas-Rhin), produit de distillation donné par M. Boussingault.

Huile consommée	$7^k,898$
Vapeur produite	113^k
Température de l'eau d'alimentation	22°,9
Eau passée dans la cheminée	556^k
Différence des températures de cette eau	15°,15
Température des gaz à la sortie	31°,2
Température de l'air à l'entrée	32°,3
Vapeur produite par 1 kilogramme d'huile	$14^k,308$
Calories de la vapeur	8786
Calories déposées dans la cheminée	842
Calories perdues par rayonnement	80
Pouvoir calorifique	9708

N° 14. *Pétrole brut de Bechelbronn,* produit visqueux, envoi de M. Le Bel.

Huile consommée	$11^k,886$
Vapeur produite	171^k
Température de l'eau d'alimentation	$22^o,6$
Eau passée dans la cheminée	962^k
Différence des températures de cette eau	$13^o,42$
Température des gaz à la sortie	$27^o,7$
Température de l'air à l'entrée	$27^o,5$
Vapeur produite par 1 kilogramme d'huile	$14^k,387$
Calories de la vapeur	8839
Calories déposées dans la cheminée	1111
Calories perdues par rayonnement	80
Pouvoir calorifique	10020

N° 15. *Pétrole de Schwabwiller* (Bas-Rhin), envoi de M. Sanyas.

Huile consommée	$8^k,787$
Vapeur produite	135^k
Température de l'eau d'alimentation	$25^o,5$
Eau passée dans la cheminée	562^k
Différence des températures de cette eau	$15^o,5$
Température des gaz à la sortie	$27^o,6$
Température de l'air à l'entrée	$25^o,5$
Vapeur produite par 1 kilogramme d'huile	$15^k,364$
Calories de la vapeur	9395
Calories déposées dans la cheminée	991
Calories perdues par rayonnement	72
Pouvoir calorifique	10458

N° 21. *Pétrole de Gallicie* (Ost Gallizien), envoi de M. Ami Boué, Membre de l'Académie des Sciences de Vienne.

Huile consommée	$11^k,665$
Vapeur produite	166^k
Température de l'eau d'alimentation	$24^o,9$
Eau passée dans la cheminée	1043^k
Différence des températures de cette eau	$13^o,6$
Température des gaz à la sortie	$31^o,2$
Température de l'air à l'entrée	$32^o,6$
Vapeur produite par 1 kilogramme d'huile	$14^k,229$
Calories de la vapeur	8709
Calories déposées dans la cheminée	1215
Calories perdues par rayonnement	81
Pouvoir calorifique	10005

N° 22. *Huile de Gallicie* (West Gallizien), envoyée par M. Ami Boué.

Huile consommée	$15^k,207$
Vapeur produite	225^k
Température de l'eau d'alimentation	$24^o,4$
Eau passée dans la cheminée	1245^k
Différence des températures de cette eau	$13^o,6$
Température des gaz à la sortie	$28^o,9$
Température de l'air à l'entrée	$28^o,9$
Vapeur produite par 1 kilogramme d'huile	$14^k,795$

Calories de la vapeur	9042
Calories déposées dans la cheminée	1113
Calories perdues par rayonnement	76
Pouvoir calorifique	10231

N° 39. *Huile brute de schistes de Vagnas* (Ardèche); envoi de M. Guez.

Huile consommée	$13^k,551$
Vapeur produite	174^k
Température de l'eau d'alimentation	24^o
Eau passée dans la cheminée	1066^k
Différence des températures de cette eau	$14^o,2$
Température des gaz à la sortie	30^o
Température de l'air à l'entrée	$33^o,6$
Vapeur produite par 1 kilogramme d'huile	$12^k,840$

Calories de la vapeur	7871
Calories déposées dans la cheminée	1117
Calories perdues par rayonnement	58
Pouvoir calorifique	9046

N° 40. *Huile de schistes d'Autun brute* (usine du Ruet de MM. de Champeaux, Bazin et Rodary).

Huile consommée	$8^k,171$
Vapeur produite	118^k
Température de l'eau d'alimentation	$24^o,4$
Eau passée dans la cheminée	613^k
Différence des températures de cette eau	$13^o,3$
Température des gaz à la sortie	30^o
Température de l'air à l'entrée	$31^o,5$
Vapeur produite par 1 kilogramme d'huile	$14^k,442$

Calories de la vapeur	8876
Calories déposées dans la cheminée	997
Calories perdues par rayonnement	77
Pouvoir calorifique	9950

N° 41. *Huile lourde de pins,* envoyée par M. Dives, de Mont-de-Marsan; incolore, fluorescente en bleu et visqueuse.

Huile consommée	11^{k},115
Vapeur produite	164^{k}
Température de l'eau d'alimentation	23°,5
Eau passée dans la cheminée	873^{k}
Différence des températures de cette eau	12°,80
Température des gaz à la sortie	26°,9
Température de l'air à l'entrée	27°,3
Vapeur produite par 1 kilogramme d'huile	14^{k},754
Calories de la vapeur	9005
Calories déposées dans la cheminée	1005
Calories perdues par rayonnement	71
Pouvoir calorifique	10081

N° 42. *Produits d'usines.*

	Usine de La Condemine (*).				*Usine de M. Cogniet (**).*				
	N° 1.	N° 2.	N° 3.	N° 4.	N° 1.	N° 2.	N° 3.	N° 4.	N° 5.
Densité, à la tempér. suivante,	0,900	0,8699	0,9333	0,972	0,7963	0,848	0,9199	0,9052	0,8309
Température de	26°,7	29°,4	25°,9	29°	29°,5	25°	30°	25°	28°
Huile consommée	13^{k},353	14^{k},113	13^{k},524	9^{k},210	4^{k},288	14^{k},870	14^{k},225	15^{k},497	11^{k},816
Vapeur produite	182^{k}	192^{k}	190^{k},5	128^{k}	68^{k}	222^{k},5	199^{k}	198^{k}	168^{k},5
Temp. de l'eau d'alimentation.	24°,7	28°,9	23°,1	24°	23°	22°,1	24°,5	21°,6	21°,3
Eau passée dans la cheminée.	1180^{k}	982^{k}	830^{k}	620^{k}	187^{k}	766^{k}	1070^{k}	665^{k}	764^{k}
Différ. des temp. de cette eau.	12°,0	13°,5	14°,6	13°,72	19°,2	17°,5	12°,2	16°,3	19°,84
Tempér. des gaz à la sortie...	22°,7	28°,7	28°,9	29°	29°,2	28°,1	28°,1	29°,2	31°,2
Tempér. de l'air à l'entrée...	22°,7	28°,9	29°	29°,2	29°,2	28°,1	28°,3	29°	31°,5
Vapeur produite par 1^{k} d'huile.	13^{k},629	13^{k},641	14^{k},083	13^{k},823	15^{k},859	14^{k},963	13^{k},999	12^{k},777	14^{k},223
Calories de la vapeur	8345	8297	8646	8506	9737	9201	8569	7863	8757
Cal. déposées dans la cheminée	1060	939	896	919	837	907	918	699	1014
Cal. perdues par rayonnement.	71	67	70	69	74	64	67	61	65
Pouvoir calorifique....	9476	9293	9612	9494	10648	10172	9654	8623	9836

(*) Produits de l'usine de la Condemine :
- N° 1. Huile brute de schistes;
- N° 2. Huile dégoudronnée par une première distillation à l'alambic;
- N° 3. Huile lourde recueillie à la fin de la première distillation.

(**) Produits de l'usine de M. Cogniet, à Nanterre :
- N° 1. Huile d'Ozokérite;
- N° 2. Huile minérale déparaffinée;
- N° 3. Huile lourde de schistes;
- N° 4. Huile brute de schistes;
- N° 5. Huile des résidus acides.

MÉCANIQUE MOLÉCULAIRE. — *Recherches expérimentales et théoriques sur les figures d'équilibre d'une masse liquide sans pesanteur* (neuvième et dixième séries); *par* **M. J. Plateau**. (Extrait par l'auteur.)

« *Neuvième série.* — Dans la série précédente, j'ai tâché de découvrir les causes du facile développement de certains liquides, de l'eau de savon, par exemple, en grandes lames qui se maintiennent assez longtemps; or, quand on a produit des lames de cette espèce, leur persistance est influencée par des causes accessoires, telles que l'évaporation, le plus ou moins d'inclinaison des lames, leur combinaison en systèmes, etc. J'examine ces différentes causes, et je fais voir que, lorsqu'on élimine celles qui sont défavorables, on obtient des persistances énormes; c'est ainsi qu'une lame circulaire plane et horizontale de liquide glycérique, ayant 7 centimètres de diamètre, réalisée dans les conditions dont il s'agit, a persisté dix-huit jours.

» La beauté des figures laminaires de liquide glycérique inspire naturellement le désir d'avoir les mêmes figures indéfiniment permanentes; j'indique, comme le moyen qui m'a paru le meilleur pour approcher autant que possible de ce résultat, l'emploi d'un mélange fondu de colophane et de gutta-percha, en proportions convenables; le système ainsi réalisé dans une charpente cubique de 5 centimètres de côté, s'est conservé au delà de deux ans, je pense.

» Je termine, dans cette série, la partie de mon travail spécialement consacrée aux lames liquides, en résumant les recherches des autres physiciens sur ce sujet.

» Je passe ensuite à la description détaillée d'une expérience dont j'ai déjà parlé autrefois, à une époque où je n'avais pas encore trouvé les moyens d'en assurer la complète réussite; elle consiste à produire, par les seules forces capillaires, l'ascension d'un liquide à une grande hauteur dans un tube d'un grand diamètre, et cela en soustrayant ce liquide à l'action de la pesanteur; j'ai obtenu ainsi l'ascension de l'huile d'olive et celle de mon mélange alcoolique jusqu'au sommet de tubes ayant 14 à 15 millimètres de diamètre intérieur et 42 centimètres de hauteur.

» Enfin j'étudie la constitution d'un courant gazeux qui traverse un liquide. J'établis, par la théorie et par l'expérience, l'analogie de cette constitution avec celle d'une veine liquide lancée de haut en bas dans l'air, par un orifice circulaire; mais je conclus de la théorie, et je vérifie, par l'expérience, que le courant gazeux n'a jamais de partie continue; c'est-

à-dire que les bulles dans lesquelles il se transforme s'isolent déjà très-près de l'orifice.

» *Dixième série.* — Ici j'énumère les résultats que les géomètres ont obtenus, soit en appliquant l'analyse à mes expériences mêmes, soit en discutant l'équation générale $\frac{1}{R} + \frac{1}{R'} = C$, considérée comme représentant les surfaces dont la courbure moyenne est constante, en prenant, parmi ces résultats, ceux qui sont en rapport avec mon sujet. Je décris, en même temps, de nouvelles vérifications expérimentales d'un certain nombre des résultats dont il s'agit, telles que la réalisation, à l'état laminaire, en conséquence du principe qui termine ma septième série, de plusieurs surfaces à courbure moyenne nulle, dont on a les équations en coordonnées finies; par exemple, dans un contour en fil de fer, composé d'une hélice régulière, d'une portion de l'axe et de deux droites perpendiculaires à celui-ci, et le rettachant aux extrémités de l'hélice, on obtient, avec le liquide glycérique, une belle lame figurant exactement un héliçoïde gauche à plan directeur. »

RAPPORTS.

BIBLIOGRAPHIE. — *Rapport sur une collection de livres envoyés par le Gouvernement chilien; par* **M. Gay.**

« En 1863, lors de mon retour du Chili, j'eus l'honneur de présenter à l'Institut, de la part du Gouvernement chilien, une nombreuse collection de livres publiés dans cette République et tous relatifs à son état social, économique et intellectuel. Dernièrement, ce même Gouvernement a fait un second envoi non moins important, et l'Académie m'a chargé d'en faire un Rapport.

» Il y a une soixantaine d'années, le Chili se trouvait encore plongé dans une ignorance à peu près aveugle. Regardé comme une simple colonie espagnole, les habitants étaient privés de tout droit politique et vivaient dans le plus grand isolement, séquestrés par des lois sévères et brutales qui leur interdisaient tout rapport avec les nations étrangères. Par cette espèce de blocus intellectuel, aucune idée nouvelle, hors celles très-réservées de la mère patrie, ne pouvait y pénétrer, et la société, impuissante à se développer, restait dans un état tellement stationnaire, qu'en 1810 le principal agent civilisateur, l'imprimerie, n'avait pas encore pu y être introduit.

» Ce fut à cette époque que, par un mouvement spontané de quelques

illustres familles, ce pays voulut s'affranchir de ce honteux et stérile vasselage, et conquérir une nationalité digne de sa riche position. Rien ne coûta à ces généreux Chiliens pour y arriver : ni sacrifice d'argent, ni économie de sang, méprisant tout et entraînant par leur exemple le dévouement général et ce sentiment d'abnégation que le patriotisme seul sait inspirer.

» Cette violente conquête avait ruiné le pays et détraqué entièrement la machine sociale. La perturbation était générale et devint bien plus grande encore lorsqu'il fallut le réorganiser en voulant mettre en pratique ces principes républicains proclamés lors de la déclaration de l'Indépendance. Tout était contraire à cette forme de gouvernement : mœurs, habitudes, et tous ces préjugés nationaux que l'absolutisme avait inoculés dans la vie de ce peuple livré depuis trois siècles à des autorités presque toujours étrangères. D'un autre côté, les législateurs chargés de cette réorganisation, à part l'insuffisance de leurs connaissances en politique et en économie, étaient à tout moment arrêtés par les utopistes toujours si nombreux dans une rénovation sociale, et plus souvent encore par l'esprit de faction ou par l'impatience irréfléchie des républicains avancés. Pour ces derniers, le triomphe de la nouvelle civilisation devait être l'anéantissement absolu de la civilisation coloniale, et alors, au lieu de chercher à améliorer les institutions sans secousse et par des lois prudentes et cadencées, ils voulurent tout détruire et tout renouveler. De cet ordre d'idées naquit cette anarchie politique qui, pendant un bon nombre d'années, était devenue, dans les faits comme dans les idées, la vie publique de ce nouveau peuple. Comme il arrive toujours, une main puissante, armée de la dictature, pouvait seule détruire cette anarchie, et don Diego Portales fut l'homme prédestiné pour remplir cette délicate et difficile mission.

» Ce fut en 1830 que ce grand patriote se dévoua à la cause de son pays et se chargea de la direction des affaires publiques non avec le talent d'un grand politique, mais avec cette énergie et avec cette volonté forte et persévérante qui, dans ces situations difficiles, peuvent bien passer pour du génie. Si, dans ses moyens d'action, l'arbitraire fut souvent son dogme, les personnes sensées le lui pardonnaient, d'abord parce que le danger de la patrie exigeait la résignation et ensuite parce qu'on savait que chez ce haut personnage la dictature serait plus patriotique que tyrannique.

» Portales, en effet, était un homme sans ambition, qui aima le pouvoir comme un moyen, non comme un but. Il refusa avec opiniâtreté la haute magistrature et se contenta du seul titre de ministre, persuadé qu'avec son esprit laborieux et sa grande et constante fermeté ce titre lui suffirait pour

étouffer tout élément de désordre et rendre au pays cette tranquillité et cette marche régulière que depuis longtemps il avait perdues. Quoique la réaction fut toujours en mouvement, le prestige qu'il eut bientôt dans toutes les classes de la société lui permit de marcher vers son but sans arrêt ni embarras. Il parvint ainsi à organiser le pays sur une base solide, à le consolider et à y conserver une stabilité rarement troublée par ces émeutes si communes dans les gouvernements électifs, surtout lorsque la société est en voie de transformation. La constitution de 1833, qui fonctionne encore dans toute sa plénitude, est un argument éclatant et péremptoire de cette grande stabilité.

» Les pays d'Amérique, si privilégiés par la nature fécondante de ses terres et la grande variété de ses produits, ne demandent que la tranquillité pour arriver au développement et à l'accroissement de leurs inépuisables richesses. Le Chili en offre un exemple frappant par l'essor qu'il a pris aussitôt qu'il fut solidement constitué, conquérant, dans sa modeste position, une importance considérable qu'aucune république espagnole ne pourrait moralement lui disputer. Depuis cette époque, le progrès s'y est manifesté sous toutes les formes, dans le moral comme dans le matériel, et a pris un élan progressif dont il serait difficile de tracer les limites. Sa population a plus que doublé; le commerce s'est élevé à un chiffre extraordinaire, l'exportation, dans la période quinquennale de 1857 à 1861, ayant été beaucoup plus forte que l'importation; et cependant pour celle-ci chaque habitant y contribuait pour 156 francs lorsque la part proportionnelle dans les États-Unis n'était que de 121 francs, et ses riches mines, travaillées avec plus de science et de méthode, donnent lieu à des exploitations extrêmement considérables. Une seule d'argent, celle de Chagnarcillo, a produit depuis trente-cinq ans seulement plus d'un demi-milliard de francs, et celles de cuivre sont tellement abondantes, que si le prix était plus rémunérateur, elles pourraient suffire à la consommation industrielle de tous les pays. Dans ces derniers temps elle en fournissait encore 36000 tonnes, c'est-à-dire plus de la moitié de celui exploité sur tout le globe. L'industrie agricole s'est élevée aussi à la hauteur scientifique, grâce au grand établissement d'acclimatation et aux cours qui s'y font. A part les nombreux végétaux qu'on y cultive et que l'on distribue libéralement dans les provinces, on y élève les meilleures races anglaises et françaises, malgré les grandes dépenses que les transports occasionnent, et probablement en pure perte, car je suis convaincu qu'il est très-difficile de conserver dans toute leur perfection, et dans des localités distinctes, des races domestiques qui

demandent avant tout un climat et un genre d'éducation et de nourriture absolument conformes à ce qui a été fait lors de leur création. Avec ce développement donné à l'agriculture, et par l'importance et l'exportation de ses produits, les cultures en grand se multiplient d'une manière extraordinaire. L'année passée, un seul propriétaire a récolté 72000 hectolitres de blé, sans compter la quantité immense d'autres produits et les milliers de bœufs qu'il fait tuer tous les ans pour la préparation de la viande sèche si généralement usée dans le pays sous le nom de *charqui*.

» L'instruction publique a été encore plus favorisée, et cela dans un but éminemment moral et philanthropique. Puisque, par le suffrage universel proclamé par la constitution, tout citoyen était devenu pouvoir actif, il fallait bien développer dans la basse classe l'esprit de discernement et faire apprécier à sa conscience le droit et le devoir que lui impose son vote. Dans ce but et pour relever en même temps leur condition morale et matérielle, on ouvrit de nombreuses écoles primaires sous l'administration du général Prieto, lesquelles se multiplièrent dans tous les coins de la République sous le ministère de l'illustre don Man. Montt, surtout lors de sa période présidentielle. Organisées d'après les meilleures méthodes pédagogiques, elles sont dirigées par des professeurs sortis de l'École normale, possédant par conséquent des idées nettes et précises de ce qu'ils doivent enseigner, et visitées par des inspecteurs chargés de veiller à ce que l'instruction soit conforme aux principes établis par l'Université. En raison de la vie isolée d'une population disséminée et peu en rapport avec l'étendue du pays, il y avait de grandes difficultés à vaincre, à part la résistance des parents à se séparer des enfants qui les aidaient déjà dans leurs travaux; mais grâce à leurs louables efforts tout a été aplani, et la route parfaitement tracée se trouve aujourd'hui unie et facile à parcourir. On peut donc espérer qu'avec l'intermédiaire efficace du Gouvernement, qui fournit tout aux écoliers, papier, plumes, encre, la participation des municipalités et les bonnes intentions des propriétaires à fonder de ces écoles dans leurs grandes fermes, l'instruction primaire sera bientôt assez générale pour que tout individu puisse jouir de ses bienfaits. Il en est de même des écoles de jeunes filles, beaucoup plus répandues depuis la présidence éclairée de M. Perez, ainsi que des écoles du soir destinées aux grandes personnes. En 1864 on comptait 1070 de ces écoles privées ou publiques avec 50747 élèves, et le Gouvernement y dépensait jusqu'à 1766175 francs. Pour mieux méthodiser cette instruction il se publie un journal spécial, qui, à des données de statistique, réunit une masse de renseignements sur toutes les matières qui s'y rattachent.

» L'instruction secondaire n'a pas été moins encouragée et a pris depuis quelque temps un développement extrêmement remarquable, comme le prouve la grande quantité de livres de science, de législature, etc., qui se publient. Toutes les provinces, et même des départements, possèdent des lycées publics ou privés que ne désavoueraient certainement pas nos grandes villes d'Europe. Les classes y sont dirigées par des professeurs qui, assurés d'une pension de retraite, se consacrent exclusivement à l'enseignement. Ces professeurs sortent en général de l'Institut de Santiago, grand centre de haute instruction, où les élèves peuvent acquérir gratuitement les connaissances les plus étendues sur la littérature ancienne et moderne et sur toutes les sciences spéculatives et d'application. Les chaires sont occupées par des professeurs étrangers ou nationaux, dont la plupart sont bien connus par des publications de mérite, et de nombreuses collections d'instruments de précision, et souvent de grande valeur, leur facilitent l'enseignement, tout en le rendant plus substantiel aux élèves. C'est aussi dans ce grand Collége que se trouvent les écoles de peinture et de sculpture, tandis que celles des mines, de la marine, des sciences militaires, des arts et métiers, ont été placées dans des établissements particuliers, soit à Santiago, soit dans les provinces mieux appropriées à leur but.

» Pour donner plus de force et de méthode à ce mouvement intellectuel et provoquer en même temps l'esprit de recherches, on pensa à lui donner une organisation supérieure et officielle en renouvelant l'ancienne Université, que les péripéties des guerres de l'Indépendance avaient entièrement ruinée et qui avait été même supprimée en 1813. Ce fut sous le ministère d'un grand homme de bien, don Joacq-Tocornal, que cette idée prit naissance, mais elle ne s'effectua que sous la présidence du général Bulnes, alors que don Man. Montt était Ministre de l'Instruction publique.

» Cette belle institution ne fut, pendant longtemps, qu'un simple ornement pour le Chili. Privés d'imprimerie, les Membres ne pouvaient publier aucune de leurs productions, et même des travaux de grande importance, tels que histoires, annales, chroniques, descriptions géographiques, etc., restaient inédits ou n'étaient que très-rarement imprimés dans des pays étrangers. Comme du temps du moyen âge, c'était principalement le clergé qui avait le privilége de la haute instruction, et cependànt, parmi ces manuscrits, on trouve souvent pour auteurs des militaires qui n'avaient pas dédaigné ce genre d'occupation. Tous ces vénérables manuscrits ont été, dans ces derniers temps, réunis et publiés sous le titre de *Coleccion de historiadores de Chile y documentos relativos a la historia national.*

» Cette nouvelle Université, constituée sur une base différente de l'ancienne, s'ouvrit en 1843. Elle forme une association officielle de personnes chargées de réglementer l'instruction publique, imprimer aux études un mouvement d'uniformité et de progrès, et conférer des titres universitaires à ceux qui peuvent les obtenir. Son premier grand maître, nommé Recteur au Chili, fut don Andrès Bello, savant littérateur et légiste, que l'Académie de Madrid s'était empressée de compter au nombre de ses Correspondants, et à sa mort, l'élection tomba en faveur de M. Ignace Domeiko, savant non moins distingué et bien connu de notre Académie par les Mémoires que de temps en temps il a l'honneur de lui adresser. Ses tendances, plus scientifiques que littéraires, se manifestent dans les Annales que cette Université publie tous les mois. Sans doute, toutes les questions d'histoire, de droit, d'économie politique et de littérature s'y font remarquer, mais on y trouve aussi un grand nombre de Mémoires sur les sciences en général, ce qui leur donne une certaine valeur pour les savants de l'Europe, souvent désireux de posséder des termes de comparaison en faveur de leurs idées.

» Indépendamment de ces Annales, et conformément à un article du règlement, tous les ans un des Membres est chargé de lire en séance publique un Mémoire relatif à l'histoire nationale. Jusqu'à présent, c'est l'histoire contemporaine qui a fait le texte de ces publications écrites d'après des documents authentiques et souvent vivifiées par les souvenirs des fondateurs de la nouvelle Société. C'est ainsi que toutes les périodes du drame de l'Indépendance, tant dans les faits héroïques que dans les faits anarchiques, se trouvent aujourd'hui très-habilement traitées, et si l'ensemble manque d'unité, on possède au moins des monographies très-importantes et très-utiles pour la publication d'une histoire générale de cette période. Leur mérite ne consiste pas seulement dans la narration et dans l'exposé chronologique des faits, souvent aussi on y trouve des réflexions judicieuses sur les événements et des idées lumineuses qui rendent sensibles leurs influences et leur solidarité réciproque. Les questions même de principe et de philosophie y sont quelquefois discutées. C'est ainsi qu'un savant publiciste, M. Lastarria, a fait comprendre l'influence sociale de la conquête et du système colonial sur le Chili et ses habitants, et un autre, M. Bricèno, a analysé toutes les constitutions du pays pour faire l'histoire critique de son droit public. M. E. Montt a été encore plus loin, en venant étudier et apprécier l'unité politique, religieuse, morale et intellectuelle des Gouvernements de l'Europe. L'ouvrage qu'il a publié

après cinq ans de voyages et d'études, ne manque ni de réflexions ni de jugements sensés.

» Les dépenses qu'occasionnent toutes ces publications ne sont pas supportées seulement par l'Université, le Gouvernement lui vient toujours en aide malgré qu'il publie à ses frais ou qu'il favorise par de généreuses souscriptions un grand nombre d'autres ouvrages et qu'il fournisse à toutes les écoles fiscales les livres aux écoliers, dont les exemplaires s'impriment par centaines de mille. On comprend également les dépenses considérables auxquelles donne lieu l'impression de ces nombreux et compliqués tableaux trimestriels de statistique commerciale de tous les produits importés et exportés, dont la valeur s'élevait en 1864, à 280676465 francs, lorsqu'elle n'était guère que de 15000000 au commencement de ce siècle, et ceux plus compliqués encore de la statistique générale, comprenant toutes les administrations fiscales, municipales et privées, et souvent avec des données comparatives pour mieux faire apprécier leur marche progressive. A ces publications, vient s'ajouter le recensement de la République, qui se fait tous les dix ans, et dont celui exécuté en 1865 élève la population à 1819223 âmes, avec une augmentation de 26,04 pour 100 sur celui de 1854.

» Ce recensement, quoique fait avec le plus grand soin, ne représente certainement pas le chiffre exact de ses habitants. On sait la difficulté extrême qu'offre ce genre de recherches, même en Europe, et à plus forte raison dans le Chili, où la défiance a encore un si grand empire. Mais, en adoptant ce chiffre et l'extension du pays, évaluée à 343358 kilomètres, on voit qu'il est relativement plus peuplé que les autres contrées de l'Amérique, et qu'il contient 5,30 habitants par kilomètre carré, et 23,5 si on ne prend que la partie cultivable, qui est de 78912 kilomètres. Ce recensement est présenté en tableaux méthodiques, où tous les habitants y sont classés sous le triple point de vue de leur position morale, physique et industrielle.

» Toutes ces notions et beaucoup d'autres sont résumées dans le Mémoire que, par une loi, chaque Ministre est obligé de présenter tous les ans à l'ouverture des Chambres ; ces Mémoires volumineux et accompagnés de nombreux documents et même de rapports très-détaillés des intendants, gouverneurs et administrateurs, sont extrêmement importants et présentent des éléments très-précieux pour la connaissance d'un règne présidentiel.

» Un autre grand travail qui s'exécute dans ce moment, c'est la Carte topographique et géologique sous la direction de M. Pissis, savant bien

connu de l'Académie et que, depuis quelque temps et à ma demande, elle a bien voulu, ainsi que M. Domeiko, porter sur la liste des Minéralogistes et Géologues qui peuvent prétendre au titre de Correspondant. Ce travail commencé en 1848 est à peu près terminé, et quoique les Cartes reçues ne signalent que la position des villes et le cours des rivières, il est à croire que le graveur, M. Desmadril, terminera bientôt les montagnes, ouvrage long et compliqué à cause du grand mouvement des terrains. Comme complément de cette Carte, le Gouvernement en a envoyé un grand nombre d'autres, levées par les officiers de la marine nationale, tant dans l'intérieur du pays que sur les côtes et dans ce grand archipel de Chiloe, peu ou point visité par les expéditions scientifiques des capitaines King et Fitzroi. On ne peut trop louer la haute prévoyance du Président actuel d'avoir pensé à mettre à profit la science et le loisir de ces jeunes et distingués officiers, en les occupant à des travaux qui intéressent autant les sciences géographiques en général que l'art de la navigation en particulier.

» Tous les autres établissements scientifiques et littéraires se ressentent non moins de cette bienveillance constante et éclairée des hommes d'État. Les bibliothèques s'enrichissent tous les ans d'un très-grand nombre de livres et de revues. L'Observatoire astronomique prend une importance toujours croissante. Pendant l'absence du Directeur, M. Mœsta, toutes les études si bien commencées par ce laborieux astronome sur les étoiles antarctiques et sur plusieurs phénomènes célestes de cet hémisphère sont continuées avec assiduité par don J. Ign. Vergara, jeune savant de beaucoup de mérite à qui on doit de bonnes observations sur l'éclipse totale du Soleil qui eut lieu le 25 avril 1865, dans le sud du Chili. Les nombreuses observations déjà publiées et les excellents instruments que l'on possède témoignent de l'intérêt qu'on ne cesse de prendre à ces sortes de recherches et des services qu'elles vont rendre à l'astronomie de ces régions encore si peu connues avant les beaux travaux de sir John Herschel. Le Cabinet d'histoire naturelle, créé seulement en 1840, peut déjà passer pour un Musée digne d'un grand pays. A côté de tous les produits nationaux, accompagnés souvent de squelettes, on y trouve d'autres collections étrangères acquises par achat ou à titre d'échanges, et, dans un autre département, on a réuni tous les objets qui appartiennent à l'Ethnographie des Araucaniens, Patagons et autres Indiens. Avec ce Musée et les ouvrages déjà publiés, le goût des sciences naturelles se développe tous les jours avec une nouvelle inclination. De tous côtés, du nord, du sud, et jusque de la colonie du détroit de Magellan, on envoie à ce Musée de nombreuses collections que viennent encore

augmenter celles que font les personnes employées à la Carte géographique et les préparateurs du Musée, chargés tous les ans de faire quelques excursions, rendues aujourd'hui faciles par le grand nombre de chemins de fer qui sillonnent cette République. Grâce à ce grand concours de collecteurs et à toutes ces collections étudiées et décrites au Chili ou en Allemagne, en Angleterre, etc., l'Histoire naturelle descriptive de cette contrée sera bientôt connue dans tous ses détails et beaucoup mieux que la plus grande partie des royaumes de l'Europe savante.

» Pour ne pas abuser plus longtemps des moments de l'Académie, je ne poursuivrai pas plus loin l'analyse des ouvrages envoyés par le Gouvernement et les conséquences qu'on peut en tirer. Il me suffira de dire en terminant que cette belle collection de livres, réunie à celle que j'avais déjà eu l'honneur de présenter, peut offrir à tous les savants des Notices extrêmement satisfaisantes pour connaître et apprendre ce pays dans tout son ensemble et dans tous ses rapports statistiques, économiques et intellectuels. Elle témoigne également l'amour extrême que manifeste la jeunesse chilienne pour les études sérieuses, non par fantaisie ou engouement, mais par un avide besoin d'instruction et le désir non moins louable du progrès national et la diffusion des lumières. Lorsqu'on réfléchit à ce qu'était cette belle contrée il y a trente ans, époque où presque rien n'était fait, on est vraiment émerveillé qu'un nombre si prodigieux d'éléments de civilisation se soit si vite répandu sur sa surface. Dans ce grand développement de progrès, on ne peut méconnaître l'initiative puissante et persévérante du Gouvernement, qui dépense à l'Instruction publique le dix-huitième de son budget, quantité proportionnelle quatre fois plus grande que ce qui se dépense en France pour le même service. Sous ce point de vue, je crois devoir proposer à l'Académie de remercier directement le Gouvernement de son riche et généreux envoi, et de lui exprimer en même temps le grand intérêt qu'elle prend à tous ses travaux, non moins utiles aux sciences en général qu'au mouvement progressif d'un pays naguère si ignoré, et aujourd'hui presque aussi bien connu que les nations les plus favorisées de la vieille Europe. »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la formation d'une liste de deux candidats, qui devra être présentée à M. le Ministre de l'In-

struction publique, pour la chaire de Paléontologie, actuellement vacante au Muséum d'histoire naturelle par suite de la démission de *M. d'Archiac*.

Au premier tour de scrutin, destiné à choisir le premier candidat, le nombre des votants étant 47,

M. Lartet obtient.	40 suffrages.	
M. Gaudry.	7	»

Au second tour de scrutin, destiné à choisir le second candidat, le nombre de votants étant 45,

M. Gaudry obtient, ...	39 suffrages.	
MM. Deslongchamp, Fischer, Pomel, chacun. .	1	»

Il y a trois billets blancs.

En conséquence, la liste présentée par l'Académie à M. le Ministre comprendra :

En première ligne.	M. **Lartet.**
En seconde ligne.	M. **Gaudry.**

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Observations sur les Calamites et les Astérophyllites.* Note de **M. Grand'Eury**, présentée par M. Brongniart.

(Commissaires : MM. Brongniart, Tulasne, Daubrée.)

« *Calamites.* — Les Calamites avaient été considérées par les anciens naturalistes comme des roseaux et avaient dû leur nom à cette supposition. M. Brongniart les rapprocha un des premiers des Prêles, en se fondant sur l'analogie des caractères extérieurs les plus importants.

» Le Dr Petzholdt et plus tard M. Richter ont cru trouver des preuves décisives de ce rapprochement dans la structure interne de ces tiges, mais la différence de leurs observations laissait encore des doutes, et la question restait ainsi entourée de beaucoup d'obscurité.

» L'étude que j'ai faite des Calamites debout, très-communes dans le terrain houiller de la Loire, me permettra, je crois, d'y répondre d'une manière satisfaisante et de donner une définition plus complète des Calamites.

» D'abord, la présence fréquente aux jointures de cloisons plus ou moins entières est une évidence complète que ces tiges étaient fistuleuses.

» Ensuite, dans presque toutes on trouve ordinairement, au pourtour du noyau, une sorte d'épiderme intérieur de nature cellulaire, uni ou quelquefois relevé au dehors de lignes saillantes à l'encontre des crêtes intérieures de l'écorce. Cet épiderme, que le Dr Petzholdt a également trouvé dans ses Calamites, n'a pu se détacher ici de la face interne de l'enveloppe houillifiée dont il n'a pas la forme et dont il est naturellement séparé lorsqu'il semble avoir conservé ses rapports de position envers elle, de $\frac{1}{2}$ à tout au plus 2 millimètres; il est du reste en rapport avec les cloisons et forme avec elles un seul et même système qui semble rejoindre l'écorce contractée au niveau des articulations par des sortes de dentelures intérieures. Il existe aussi, entre l'enveloppe de houille et l'épiderme intérieur, une zone mince sans structure qui a évidemment été occupée par du tissu détruit. Ce tissu, qui devait être lâche, et peut-être lacuneux, pour avoir été toujours anéanti, correspond certainement au tissu vasculaire des Calamites, et pourrait bien être dans les Calamites le représentant du cercle des lacunes essentielles des *Equisetum* (Duval-Jouve).

» D'après cela, il me semblerait possible de définir ainsi les vraies Calamites :

« Tiges articulées, fistuleuses et cloisonnées, dont la partie externe, relativement peu épaisse, est formée de trois zones concentriques, à savoir : 1° d'une couche corticale extérieure aujourd'hui houillifiée; 2° d'une mince zone sous-jacente de tissu vasculaire invariablement détruit; 3° d'une sorte d'épiderme de revêtement intérieur carbonifié.

» Enveloppe corticale marquée à l'intérieur de cannelures régulières, interrompues et alternes aux articulations. Épiderme intérieur uni ou à peine strié. Cylindre vasculaire mince, uni en dedans, comme ayant été recouvert par l'épiderme intérieur et relevé, au dehors, de côtes interrompues et rigoureusement alternes aux articulations, ayant été en contact avec l'enveloppe corticale qui nous en a fidèlement conservé les formes.

» Surface extérieure de l'écorce plus faiblement cannelée et articulée que celle intérieure, dont elle est le reflet d'autant plus atténué que son épaisseur est plus forte. En face des articulations, présence non régulière de cicatrices raméales, mais aucune marque d'insertions foliaires évidentes. »

» A la place de celles-ci se trouvent quelquefois, mais pas toujours, de petits renflements tuberculaires qui, prenant leur origine à l'intérieur, n'apparaissent nettement à l'extérieur que si l'écorce est mince; mais comme il ne leur correspond à la superficie aucune cicatrice indiquée par l'absence de l'épiderme et par des passages vasculaires, définie et limitée par une ligne précise, comme on le voit dans la plupart des tiges houillères, ils ne sont là, et encore grâce à leur situation au haut des côtes, que comme les repré-

sentants des dents rudimentaires d'une gaîne avortée. En sorte que les Calamites étaient privées de feuilles aussi bien que de gaînes.

» Ces principaux traits d'organisation, que les Calamites ont de commun avec les Prêles, sont associés avec des caractères de végétation souterraine si identifiables encore avec ceux des mêmes plantes vivantes, qu'il est à croire qu'elles forment un genre éteint de la famille des Équisétacées.

» Ainsi, ayant été à même de suivre l'enlèvement de la sole de la deuxième au treuil, où les *Calamites Suckowi*, Brong., debout sont très-abondants, j'ai eu la bonne fortune de voir que des tiges verticales de cette espèce émettent à leurs articulations de minces rhizomes traçants, qui, après s'être allongés de $0^m,50$ à 1 mètre, se renflent tout à coup en se relevant en tiges ascendantes; que celles-ci, à leur tour, mais seulement au coude qu'elles font en se relevant, poussent de nouveaux rhizomes définis, et ainsi de suite, en produisant une répétition de tiges qui n'est pas sans analogie avec ce que l'on voit dans l'*Equisetum variegatum*. Il est même probable, ce que, pour le moment, je n'ai pas encore vérifié, que la maîtresse-tige verticale qui donne lieu à tant de rejet, tire son origine d'un rhizome profond. S'il en était ainsi, nous aurions dans ces groupes nombreux de rhizomes et de tiges naissant les uns des autres comme les témoins d'un antique marais occupé par une espèce de Calamites qui, de même que l'*Equisetum limosum*, se serait répandue dans un grand espace de terrain inondé. Quoi qu'il en soit, la tige mère, les rhizomes définis et la base seulement des tiges ascendantes sont munis de radicules simples ou rameuses.

» Quant aux autres Calamites isolées des forêts fossiles de Saint-Étienne, dans le moule desquelles on trouve les mêmes vestiges de structure, elles sont droites, possèdent quelques radicules à la base et paraissent avoir une existence individuelle. Mais cette individualité est peut-être plus apparente que réelle, car leur répartition dans les forêts fossiles, l'agglomération des mêmes tiges par places est favorable à la supposition qu'elles sont nées de minces rhizomes indéfinis dont il n'est rien resté à nos investigations.

» Enfin, il n'est pas jusqu'au rapprochement des articulations à l'origine des tiges et des rhizomes qui ne soit imité des *Equisetum* vivants.

» *Calamophyllites et Astérophyllites*. — On n'est pas encore fixé aujourd'hui sur la nature des tiges dont les Astérophyllites arborescentes sont les rameaux caduques, quoique l'on ait déjà trouvé un certain nombre de tiges portant des rameaux d'Astérophyllites. L'incertitude où l'on est sous ce rapport est telle, que l'on a aussi bien attribué ces rameaux aux Calamites de l'embranchement des Cryptogames vasculaires qu'aux Calamo-

dendrons, du groupe des Gymnospermes, sans que leurs inflorescences, dites *Volkmannia*, aient pu jusqu'à ce jour résoudre définitivement la question, parce que les poussières organisées découvertes dans les sacs portés par quelques-unes à l'aisselle de leurs feuilles bractéales pourraient aussi bien être des spores que du pollen. Pourtant la dépendance réelle des organes invariablement dissociés, mutilés et si profondément altérés est aujourd'hui ce qu'il y a de plus désirable.

» Je crois avoir des données suffisantes pour établir que la plupart des Astérophyllites ne sont pas des rameaux de Calamites, mais bien d'autres tiges, que leurs caractères en éloignent même beaucoup et auxquels je donne le nom de *Calamophyllites*.

» Les Astérophyllites ne paraissent pas pouvoir être les rameaux des vraies Calamites, non-seulement parce que ces rameaux seraient garnis de feuilles tandis que les tiges en auraient été dépourvues, ce qui n'a rien d'absolument impossible, mais parce que, outre qu'ils sont moins bien sillonnés et articulés, ils ont leurs feuilles attachées au-dessus des lignes d'articulation et, ce qui est bien autrement significatif, leurs rameaux secondaires insérés à l'aisselle des verticilles foliaires, et non au-dessous, ce qui aurait lieu s'ils avaient l'organisation des vraies Calamites.

» De plus, tous les rameaux que j'ai vus sortant des vraies Calamites en ont exactement tous les caractères essentiels, et n'ont ni feuilles ni indication qu'ils en aient eu. J'ai rencontré plusieurs fois, mêlés ensemble, des quantités considérables de rameaux de divers degrés de grosseur exactement conformés à leurs articulations comme certaines Calamites, si bien que tous, jusqu'aux plus grêles, paraissent avoir poussé des verticilles de rameaux, tandis que les branches d'Astérophyllites n'ont donné naissance, et encore sans symétrie, qu'à des ramifications distiques. J'ai même vu la sommité d'une Calamite, avec des pousses raméales, puisqu'elles sont articulées, privées également de feuilles comme la tige.

» D'un autre côté, j'ai constaté sur plusieurs échantillons des plus instructifs que les tiges entourées et surmontées de rameaux d'Astérophyllites ressemblent en tous points à ceux-ci, ont des feuilles ou des cicatrices foliaires, et n'ont plus en général qu'une vague et lointaine ressemblance avec les Calamites.

» On peut donc en conclure que les Astérophyllites arborescentes sont issues, non de Calamites, mais de tiges folifères organisées comme elles.

» Ces tiges ne sont pas rares; j'en ai trouvé déjà un certain nombre. L'*Hippurites longifolia*, Lindl., en est évidemment un bel exemple complet

et le *Calamites Gœpperti*, d'Etting., un autre dépouillé de ses feuilles. Elles forment un groupe que l'on pourrait caractériser ainsi :

« Tiges articulées, très-certainement creuses et cloisonnées, de nature herbacée, pas toujours régulièrement striées. Feuilles caduques, fixées à une ceinture de protubérances articulaires situées au-dessus de la ligne d'articulation et sans rapport avec les stries ou les côtes incertaines situées au-dessous, dressées ou relevées, linéaires-planes; elles paraissent unies ou distinctement parcourues par des nervures rares et prononcées, ou nombreuses et très-fines, égales et parallèles. Branches caduques d'Astérophyllites insérées tout autour et essentiellement au-dessus des articulations, à l'aisselle des verticilles foliaires, laissant par leur chute de grosses cicatrices discoïdales situées complétement au-dessus et non en face des articulations. »

» Je ne voudrais pas dire par là que toutes les Astérophyllites arborescentes proviennent de tiges semblables, quoique leurs feuilles soient généralement striées par des nervures fines, égales et parallèles; j'aurais même de bonnes raisons pour croire le contraire : car je connais des tiges analogues au *Calamites varians*, Sternb., qui paraissent avoir eu des feuilles insérées au bout des côtes; et j'ai vu une Astérophyllite attribuable à de grandes tiges envaginées à leurs articulations par des feuilles soudées à leur base, comme dans le genre *Phyllotheca*, et que, eu égard à cette soudure, je désigne par le nom de *Phyllotheca stephanensis*. »

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un ouvrage adressé par *M. Nonat* pour le concours des prix de Médecine et de Chirurgie, avec le titre « Traité pratique des maladies de l'utérus, de ses annexes et des organes génitaux externes ».

M. le Maréchal Vaillant transmet à l'Académie un travail relatif aux magasins à poudre de France et d'Algérie, indiquant les dispositions qui ont été prises pour l'établissement des paratonnerres et conducteurs : ce travail était joint au Rapport lu par Pouillet dans la séance du 14 janvier 1867.

Cette pièce sera transmise à la Commission des paratonnerres.

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Sur deux passages des OEuvres de Pascal, dans lesquels cet auteur contredit plusieurs des Documents qui ont été présentés à l'Académie comme provenant de lui et de Galilée; par* **M. Breton** (de Champ).

« Pascal dit, en parlant des degrés du méridien terrestre : « On a trouvé » que chacun de ces degrés contient 50000 toises (1). » On verra tout à l'heure que ceci n'a pu être écrit que depuis la fin de l'année 1646, et, par conséquent, cinq ans au moins après que Pascal aurait effectué les calculs que les Documents produits tendent à lui faire attribuer, puisque ces calculs dateraient de l'année 1641. Ces mots *on a trouvé* sont la preuve que cette évaluation du degré du méridien terrestre était à ses yeux la seule qui fît autorité.

» Or, si l'on refait, en se servant de cette mesure, le calcul bien connu par lequel Newton a comparé à la gravité terrestre la force qui retient la Lune dans son orbite (2), on trouve, dans l'hypothèse de la raison inverse des carrés des distances, que cette force, appliquée aux corps terrestres, les ferait descendre de $13^{p}\,2^{po}\,8^{lig}\frac{5}{9}$ dans la première seconde de temps de leur chute libre à Paris, tandis que la gravité les y fait descendre de $15^{p}\,1^{po}\,1^{lig}\frac{7}{9}$. La différence est trop grande pour que Pascal eût pu conclure de ce calcul l'identité des deux forces. C'est précisément ce qui est arrivé à Newton, en 1666, pour avoir admis que le mille anglais devait être de 60 au degré. Cela revenait à faire le degré de 49542 toises. S'il avait été persuadé, comme on le prétend aujourd'hui, que Pascal était parvenu à démontrer cette identité, il n'aurait pas manqué de refaire son calcul avec les autres mesures du degré du méridien qui étaient alors connues, et qui lui auraient donné une approximation très-satisfaisante.

» L'une des Notes, publiées comme étant de Pascal, commence ainsi : « Un corps, sous l'équateur, perd au moins $\frac{1}{289}$ de sa gravité (3). » C'est la diminution causée par la force centrifuge, en supposant que l'on emploie dans le calcul la mesure exacte du degré du méridien. Celle qu'admettait Pascal ne donne que $\frac{1}{330}$.

» Venons maintenant à la question de savoir à quelle date Pascal a pu écrire ce passage : « On a trouvé que chacun de ces degrés contient

---

(1) *Traité de la pesanteur de la masse de l'air*, ch. IX, intitulé : *Combien pèse la masse entière de tout l'air qui est au monde.*

(2) Biot, *Astronomie physique*, 3e édition, t. V, p. 214 et suivantes.

(3) *Comptes rendus*, t. LXV, p. 134. Cette Note est sans date.

» 50 000 toises. » C'est dans un calcul ayant pour objet de déterminer *combien pèse la masse entière de tout l'air qui est au monde,* que Pascal se sert de cette mesure. Il considère que la pression atmosphérique, en chaque point de la surface du globe, est égale à celle d'une colonne d'eau de 31 pieds de hauteur, ce qui suppose la connaissance de ce fait capital, que cette pression est la cause des effets que l'on attribuait autrefois à l'horreur du vide. Or Pascal déclare qu'il a eu connaissance de la pensée de Torricelli touchant cette cause en 1647, pendant qu'il s'occupait de ses *Nouvelles expériences sur le vide,* faites en 1646, opuscule dans lequel les phénomènes observés sont encore expliqués par l'ancienne doctrine de l'horreur du vide. Voici ses propres paroles : « Dès l'année 1647 nous fûmes avertis d'une très-belle » pensée qu'eut Toricelli touchant la cause de tous les effets qu'on a » jusqu'à présent attribués à l'horreur du vide. Mais comme ce n'était » qu'une simple conjecture, et dont on n'avait aucune preuve, pour en » reconnaître ou la vérité, ou la fausseté, je méditai dès lors une expérience » que vous savez avoir été faite en 1648 par M. Périer, au haut et au bas » du Puy-de-Dôme, etc. (1). »

» Ainsi donc, c'est bien en 1647 que Pascal est arrivé à concevoir, en apprenant la conjecture de Torricelli, la possibilité d'expliquer les phénomènes autrement que par l'horreur du vide. On voit qu'il en parle comme d'une chose dont il a connaissance pour la première fois, et dont on n'a « aucune preuve. »

» On est, par conséquent, autorisé à regarder comme apocryphes les Pièces dont le contenu implique que Pascal était en possession de cette idée en 1641, comme la Lettre de Pascal à Fermat, du 16 avril 1648 (2), dans laquelle Pascal dit avoir appris de Galilée, en 1641, que Torricelli avait reconnu que la pesanteur de l'air « pouvoit estre la cause de bien des effets » qu'on avoit jusqu'alors attribués à l'horreur du vide; » comme aussi la Lettre de Galilée à Pascal, du 7 juin 1641 (3), dans laquelle Galilée dit à Pascal que les dernières expériences de celui-ci prouvent que la pesanteur de l'air « peut estre la cause de tous les effets qu'on a jusqu'alors attribués

(1) Lettre de Pascal à M. de Ribeyre, Premier Président de la Cour des Aides de Clermont-Ferrand, *au sujet de ce qui fut dit dans le prologue des Thèses de Philosophie, soutenues en sa présence dans le Collège des Jésuites de Montferrand, le* 25 *juin* 1651, alinéa 34^e, ou 5^e en partant de la fin. Cette Lettre est reproduite dans toutes les éditions des OEuvres complètes de Pascal. Je cite d'après l'édition en 3 volumes in-18, donnée à Paris en 1866.

(2) *Comptes rendus,* t. LXV, p. 590.

(3) *Comptes rendus,* t. LXV, p. 588.

» à l'horreur du vuide. » La même conclusion s'étend à tous les documents dont le contenu implique que Pascal a fait ses prétendus calculs avant l'année 1647. Telle est la Lettre de Galilée, qui vient d'être citée.

» On le voit, ce sont les témoignages de Pascal qui autorisent ces conclusions. »

M. Chasles, après avoir pris connaissance de la Note de M. Breton (de Champ), s'exprime ainsi :

« M. Breton (de Champ), induit de quelques expressions de Pascal, qu'il n'aurait conçu qu'en 1647, en apprenant la conjecture de Torricelli, la possibilité d'expliquer certains phénomènes autrement que par l'horreur du vide,

» Il en conclut qu'on est autorisé à regarder comme apocryphes les Pièces dont le contenu implique que Pascal était en possession de cette idée en 1641.

» Il me suffira de faire observer que Pascal, en raisonnant sur les expériences récentes de Torricelli ou de lui-même, ne s'est point proposé de rappeler ou de faire connaître les recherches anciennes qu'il avait faites en commun avec Galilée sur la pesanteur de l'air, pas plus que Torricelli et autres ne faisaient mention de la découverte de la pesanteur de la masse d'air, qui se trouvait dans plusieurs ouvrages depuis 1630, comme je l'ai dit (1), en répondant à M. Faugère qui voulait ne faire remonter cette découverte qu'à Torricelli (2).

» C'est ainsi encore que l'on ne trouve point de traces, dans les ouvrages publiés de Pascal, de son idée mère d'une attraction mutuelle entre tous les corps: conception, cependant, qui est bien réelle; car on ne peut méconnaître que la Lettre adressée à Fermat par Roberval et Pascal ne soit du jeune Pascal, et non du Président Pascal, nonobstant l'assertion contraire de M. Faugère (3). Quand j'en ai donné des preuves, je les ai tirées des documents écrits, tels que des passages de Maupertuis et de Fontenelle. J'aurais pu invoquer le témoignage du jeune Pascal lui-même, car il a communiqué à Galilée, dans deux Lettres que je possède, cette idée d'une attraction générale qu'il avait émise en commun avec Roberval.

---

(1) *Sur l'ouvrage de M. Faugère*, p. 10. — *Comptes rendus*, t. LXVIII, p. 21 (séance du 4 janvier 1869).

(2) *Défense de Blaise Pascal et accessoirement de Newton, Galilée, Montesquieu, etc.*, p. 62.

(3) *Défense de Blaise Pascal, etc.*, p. 32.

» Quant aux questions de la pesanteur de l'air, elles sont le sujet d'un certain nombre de Lettres échangées entre Pascal et Galilée, que je possède aussi, et dont j'invite M. Breton (de Champ) à venir prendre connaissance, sans en attendre la publication. »

ASTRONOMIE. — *Sur la méthode qui permet de constater la matière protubérantielle sur tout le contour du disque solaire.* Lettre adressée à M. Dumas par **M. Janssen.**

« Simla, 18 février 1869.

« Je terminais ma précédente Lettre en vous disant que j'étais arrivé à constater la présence de la matière protubérantielle sur tout le contour du disque solaire. Ce résultat est entièrement certain, bien que, en certains points, le niveau de cette atmosphère ne paraisse pas dépasser sensiblement les portions saillantes de la photosphère. Cette circonstance rendait indispensable l'emploi d'un mode d'observation qui permît de suivre les lignes protubérantielles jusque sur le disque solaire lui-même. La méthode employée pour les protubérances, exigeant que les phénomènes lumineux à étudier soient situés très-notablement en dehors du Soleil, eût été ici tout à fait impuissante.

» Deux conditions caractérisent le mode d'observation suivi en cette circonstance : la position tangentielle donnée à la fente du spectroscope et l'isolement du faisceau lumineux révélateur.

» La position tangentielle de la fente permet d'approcher du disque solaire autant qu'il est nécessaire, et d'y chercher jusqu'au contact même la présence de la matière protubérantielle, sans que l'énorme intensité de la lumière solaire écrase les phénomènes délicats qu'il s'agit de découvrir. Lorsque la fente commence à mordre sur les portions saillantes de la photosphère, ces saillies se traduisent dans le champ spectral par des raies longitudinales, que coupent à angle droit les lignes brillantes de l'hydrogène. Cette circonstance permet une vision très-facile de ces lignes, qu'on peut suivre ainsi jusque sur le disque solaire lui-même.

» La définition du faisceau lumineux protubérantiel s'obtient, soit d'une manière approchée par les verres colorés, soit d'une manière absolue par l'emploi d'une seconde fente placée au foyer du spectroscope.

» Un verre coloré, d'une teinte bien appropriée, placé à l'oculaire du spectroscope, donne à la lumière protubérantielle une valeur relative beaucoup plus grande, et les phénomènes apparaissent avec une intensité qu'on était loin d'attendre. Mais un diaphragme métallique, placé au foyer du

spectroscope, et percé d'une fente au point précis où l'une des lignes brillantes de la lumière protubérantielle doit se manifester, permet de séparer complétement cette lumière de celle de la photosphère, laquelle manque précisément des faisceaux de cette réfrangibilité, et l'on peut alors suivre encore plus loin les traces de la matière protubérantielle. J'aurai à revenir sur l'emploi de cette fente focale ou oculaire qui permet d'obtenir, lorsqu'on la combine avec un mouvement rotatif imprimé au spectroscope, la série des images monochromatiques que peut fournir un corps lumineux.

» Les lignes brillantes qui apparaissent ainsi sur tout le contour du disque sont principalement celles que nous reconnaissons comme caractéristiques du gaz hydrogène incandescent. C'est donc l'hydrogène qui forme la base de cette enveloppe de la photosphère. Mais les manifestations spectrales des divers points sont loin d'être identiques entre elles; la vivacité relative des faisceaux constitutifs paraît très-variable, résultat qui explique en partie les apparences si diverses que les protubérances ont présentées pendant les éclipses. J'ai des raisons de penser que la température joue un grand rôle dans ces phénomènes, et je ne doute pas qu'une étude attentive du spectre des protubérances et de l'atmosphère à laquelle elles se rattachent ne puisse nous donner, non-seulement des notions précises sur la constitution de ces corps circumsolaires, mais encore de nouvelles et importantes notions théoriques sur les propriétés spectrales des gaz incandescents.

» L'atmosphère, dont l'analyse spectrale nous révèle ainsi l'existence autour de la photosphère, est loin de réaliser l'idée qu'on attache généralement à ce mot d'après la considération des atmosphères planétaires. L'atmosphère hydrogénée du Soleil repose sur la photosphère et participe des accidents de cette surface; mais, dans sa partie extérieure, l'atmosphère en question présente des dénivellements bien autrement considérables : d'une hauteur de quelques secondes en certains points, elle atteint ailleurs trois et quatre minutes; partout elle nous montre les accidents les plus variés. Ce résultat, que l'étude des lignes spectrales révèle de la manière la plus incontestable, se trouve confirmé par les observations qui ont été faites pendant les éclipses totales. Il est en effet bien remarquable que la plupart des observateurs ont vu l'atmosphère d'hydrogène incandescent qui entoure le Soleil dans toutes les circonstances où cette vision était possible, c'est-à-dire quand le limbe lunaire cachait exactement le disque solaire, sans le déborder. Pour ne prendre que les observations récentes, je citerai celle de Mauvais (éclipse du 28 juillet 1851), celle de M. d'Abbadie (en juillet 1852), celles de MM. Secchi, Lespiault, Goldschmidt, etc. (le 18 juillet 1860), et de beau-

coup d'autres savants. Or, dans toutes les relations, les observateurs parlent d'un arc lumineux de couleur variable, paraissant entourer le disque lunaire sur une portion plus ou moins étendue *et très-accidentée dans son contour extérieur*. Je dirai plus : il n'est pas nécessaire que le disque solaire soit entièrement caché pour qu'on puisse apercevoir cette enveloppe lumineuse. Pendant l'éclipse annulaire du 6 mars 1867, que j'ai observée à Trani, j'ai nettement aperçu, au moment du premier contact intérieur, un filet lumineux qui réunissait les cornes solaires avant l'apparition des grains de chapelet; la faible intensité lumineuse de cet arc ne permettait point de le confondre avec l'anneau solaire, qui, d'ailleurs, ne s'est montré que quelques secondes plus tard (1). J'ai rapporté cette observation dans le Mémoire adressé au Bureau des Longitudes, qui m'avait fait l'honneur de me confier l'observation physique de cette éclipse. »

« **M. Élie de Beaumont** fait observer qu'en adressant à l'Académie sa communication datée de Rome, le 1er mars, et insérée au *Compte rendu* du 8, le *P. Secchi* ignorait nécessairement les résultats contenus dans la Lettre actuelle de M. Janssen, Lettre datée de Simla, le 18 février. Les ressemblances frappantes qu'il est impossible de ne pas remarquer dans ces deux communications montrent donc simplement que les deux astronomes ont constaté, loin l'un de l'autre, des faits que leur délicatesse avait dérobés jusqu'ici aux observateurs. »

MÉCANIQUE. — *Sur le pendule conique; par* **M. A. Tissot**.

« Dans un Mémoire déjà ancien (2), j'ai démontré que le mouvement d'un pendule conique, par rapport à un plan passant par la verticale du point de suspension, et tournant autour de cette droite avec une certaine vitesse angulaire constante, est complétement périodique; j'ai aussi déterminé les circonstances dans lesquelles la même propriété s'applique au mouvement d'un point matériel pesant sur une surface de révolution dont l'axe est ver-

(1) Cette observation est importante; elle nous montre que, malgré l'émission lumineuse d'un croissant solaire qui, sur le bord opposé au contact, atteignait alors une minute de largeur, la lumière de l'atmosphère solaire était encore nettement perceptible. Il faut encore remarquer que cette lumière devait traverser de plus un verre coloré dont j'étais obligé de me servir : heureusement je l'avais choisi de couleur rouge.

(2) *Journal de Mathématiques pures et appliquées*, t. XVII.

tical. Cette propriété me paraît comprendre celle que M. Resal a énoncée, dans le dernier numéro des *Comptes rendus*, pour le cas des petites oscillations.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'intégration de quelques équations différentielles du second ordre par la méthode du facteur*. Note de **M. Andréiewsky**, présentée par M. Serret.

« 1. La question importante du facteur intégrant pour les équations différentielles d'un ordre supérieur au premier a été peu étudiée. J'ai obtenu quelques résultats qui me paraissent satisfaisants pour une classe d'équations de la forme

$$(A)\qquad A + By' + Cy'^m + Dy'^{m+1} + Ey'^{m-1}y'' = 0,$$

où A, B,..., E sont des fonctions de x et de y (x étant prise pour la variable indépendante), et m étant un nombre quelconque positif ou négatif, entier ou fractionnaire, mais différent de zéro.

» Notre méthode repose sur un seul théorème fondamental dont voici l'énoncé :

» Si les coefficients de l'équation (A) satisfont identiquement aux deux conditions

$$(B)\qquad \frac{d\left(\frac{A}{E}\right)}{dy} - \frac{d\left(\frac{B}{E}\right)}{dx} + m\left(\frac{AD - BC}{E^2}\right) = 0,$$

$$(C)\qquad \frac{d\left(\frac{C}{E}\right)}{dy} = \frac{d\left(\frac{D}{E}\right)}{dx},$$

l'intégrale première de (A) s'obtient par les quadratures; son facteur intégrant sera

$$(D)\ (*)\qquad M = \frac{1}{E}e^{mP},$$

où

$$P = \int\left[\left(\frac{C}{E}\right)dx + \left(\frac{D}{E}\right)dy\right],$$

(*) Nous entendons, dans cette théorie, par facteur intégrant en général, toute fonction de x, y, y' qui rend le premier membre de (A) dérivée exacte d'une fonction de x, y, y'.

et l'intégrale première est

(E) $$\int M(A\,dx + B\,dy) + \frac{ME}{m} y'^m = \alpha$$

(α étant une constante arbitraire).

» Il est évident qu'une équation de la forme (A) étant donnée satisfera rarement aux conditions (B) et (C). Cependant il y a des cas où cela arrive, et alors l'équation s'intègre immédiatement. En voici un exemple :

» Soit donnée l'équation

$$\frac{y^2}{3} - \frac{x^2+1}{x^2-1} - \frac{3x^2+1}{(x^2-1)^2} - \frac{xy}{2} + \frac{3x^2}{4} - \frac{3x^2+1}{(x^2-1)^3}$$
$$+ \frac{1}{3} xyy' + y(x^2+1)y'^{\frac{2}{3}} + (x^2-1)xy'^{\frac{5}{3}} + x^2 y'^{-\frac{1}{3}} y'' = 0,$$

son facteur intégrant sera

$$M = \frac{1}{x^2} e^{\frac{2}{3}\left(\frac{x^2-1}{x}\right)y},$$

et l'on trouve pour son intégrale première

$$e^{\frac{2}{3}\left(\frac{x^2-1}{x}\right)y}\left[\frac{y}{2(x^2-1)} - \frac{3}{4}\frac{x}{(x^2-1)^2} + \frac{3}{2} y'^{\frac{2}{3}}\right] = \alpha.$$

2. Si $A = 0$, $B = 0$, l'équation (A) se réduit à

$$Cy'^m + Dy'^{m+1} + Ey'^{m-1}y'' = 0,$$

et si l'on y prend $m = 1$, elle n'en sera pas moins générale, parce que cela revient à la débarrasser du facteur y'^{m-1}. Ainsi nous avons l'équation

(1) $$Cy' + Dy'^2 + Ey'' = 0,$$

qui satisfait à la condition (B); donc si

$$\frac{d\left(\frac{C}{E}\right)}{dy} = \frac{d\left(\frac{D}{E}\right)}{dx},$$

alors l'équation s'intègre. Son facteur intégrant d'après (D) est

$$M = \frac{1}{E} e^{\int\left[\left(\frac{C}{E}\right)dx + \left(\frac{D}{E}\right)dy\right]},$$

et l'intégrale première

$$y' e^{\int\left[\left(\frac{C}{E}\right)dx + \left(\frac{D}{E}\right)dy\right]} = \alpha.$$

» Si $\left(\frac{C}{E}\right) = f(x)$, $\left(\frac{D}{E}\right) = F(y)$, nous obtenons l'équation

(2) $$f(x)y' + F(y)y'^2 + y'' = 0.$$

Son facteur intégrant est

$$M = \frac{1}{E} e^{\int f(x)dx + \int F(y)dy},$$

et l'intégrale est

(3) $$y' = \alpha e^{-\int f(x)dx} e^{-\int F(y)dy}.$$

» M. Liouville est déjà parvenu à intégrer l'équation (2) par un procédé très-ingénieux, et qui peut être utile dans beaucoup d'autres circonstances (*). L'éminent géomètre obtient l'intégrale première de (2) sous la forme (3).

» 3. Notre méthode s'applique également à des cas plus compliqués, mais elle exige alors quelques artifices d'analyse, qu'il serait long à exposer, et nous nous bornerons ici à indiquer les résultats que nous avons obtenus.

» L'équation

$$\varphi(y)y'(y'-1)[y'-\psi(y)] + y'' = 0$$

s'intègre.

» Le facteur intégrant est

$$N = e^{\int[\psi(y)-1]\varphi(y)dy}(y'-1)^{-2},$$

l'intégrale première

$$\int e^{\int[\psi(y)-1]\varphi(y)dy}\varphi(y)dy - e^{\int[\psi(y)-1]\varphi(y)dy}(y'-1)^{-1} = \alpha.$$

» 4. Pour l'équation

$$\varphi(y)y'[y'-\Theta(x)]\left[y'-\Theta(x)-\frac{m}{\varphi(y)}\right] + y'' = \Theta'(x),$$

le facteur intégrant a une forme très-simple, savoir :

$$N = e^{my}[y'-\Theta(x)]^{-2},$$

l'intégrale première

$$\int e^{my}.\varphi(y)dy - e^{my}[y'-\Theta(x)]^{-1} = \alpha.$$

» Comme cas particulier, nous en déduisons que, pour l'équation

$$\mu y'(y'-a)(y'-b) + y'' = 0,$$

(*) *Journal de Mathématiques*, 1re série, t. VII, p. 134.

(μ, a, b étant des constantes), le facteur intégrant est

$$N = e^{\mu(b-a)y}(y' - a)^{-2},$$

l'intégrale première

$$e^{\mu(b-a)y}(y' - b) = \alpha(y' - a),$$

l'intégrale générale

$$\alpha e^{-\mu a y} + \alpha_1 e^{-\mu b y} = e^{-\mu a b x}.$$

» 5. Pour l'équation

$$my' + y'^2[\Theta(x) + \varphi(y)] - \frac{1}{m}\varphi'(y)y'^3 + y'' = 0,$$

le facteur intégrant est

$$N = e^{-mx}y'^{-2},$$

l'intégrale première

$$\int e^{-mx'}\Theta(x)\,dx - e^{-mx}\left[y'^{-1} + \frac{1}{m}\varphi(y)\right] = \alpha.$$

» En posant $\varphi(y) = 0$, on a l'équation fort simple

$$my' + \Theta(x)y'^2 + y'' = 0.$$

» Son facteur intégrant est

$$N = e^{-mx}y'^{-2},$$

et son intégrale première

$$\int e^{-mx}\Theta(x)\,dx - (e^{mx}y')^{-1} = \alpha.$$

» 6. En dernier lieu, je vais donner l'intégrale générale d'une équation d'un genre différent de celles que nous venons de considérer, savoir : de l'équation

$$f(x)y^{-1}y'^2 + x^{-1}y' + y'' = 0,$$

» Cette intégrale est

$$\log y = \alpha_1 + \int \frac{dx}{x\left\{\alpha + \int \frac{[f(x) + 1]\,dx}{x}\right\}}.$$

» En posant $f(x) = p$, où p est une constante, nous avons l'équation

$$py^{-1}y'^2 + x^{-1}y' + y'' = 0,$$

et au moyen de la formule précédente, nous trouvons pour son intégrale générale :

$$y^{p+1} = \alpha_1[\log(\alpha x^{p+1})].$$

» Pour $p = -1$, cette dernière formule, à l'aide des méthodes connues, nous donne la relation simple $y = \alpha_1 x^\alpha$, qui se trouve ainsi être l'intégrale générale de l'équation

$$x^{-1}y' - y^{-1}y'^2 + y'' = 0. \text{ »}$$

PHYSIQUE. — *Sur l'adjonction d'un bain de mercure, observé sous l'incidence rasante, dans l'emploi des collimateurs.* Note de **M. A. Cornu**, présentée par M. Fizeau.

« Les collimateurs horizontaux destinés à donner des directions de repère fixes aux instruments méridiens sont actuellement assez répandus dans les observatoires, spécialement comme auxiliaires des instruments de déclinaisons. Leur usage dispense d'observer aussi fréquemment le nadir par réflexion normale sur le bain de mercure, opération toujours assez délicate, quelquefois même impossible, quand les oscillations de la surface liquide sont trop intenses.

» Toutefois, on fait aux collimateurs une objection grave, qui explique le jugement défavorable porté sur eux par certains astronomes et le nombre assez considérable d'observatoires qui en ont repoussé l'usage. Il est nécessaire, en effet, que la stabilité du support sur lequel repose le système optique (objectif et réticule) composant le collimateur soit absolue: sinon l'axe optique de l'instrument peut se déplacer à l'insu de l'observateur. L'addition d'un second collimateur, conjugué au premier, fournit un contrôle précieux, mais qui se trouve en défaut dans le cas où les instruments reposent sur le même massif. Il est évident, en effet, que tout déplacement du massif entraîne solidairement les deux collimateurs sans que les vérifications optiques réciproques cessent d'avoir lieu.

» En résumé, l'usage des collimateurs ne peut se répandre d'une manière générale que si l'on parvient à trouver un dispositif simple accusant le plus petit déplacement de leur axe optique.

» J'ai l'honneur de présenter à l'Académie une solution de ce problème, laquelle me paraît d'une application facile.

» Imaginons qu'on incline sur l'horizon l'axe optique du collimateur, de telle sorte qu'on puisse placer un bain de mercure entre l'objectif et le réticule, la surface liquide partant du bord inférieur de l'objectif, et passant à une très-petite distance au-dessous du fil horizontal : lorsqu'on dirigera l'instrument méridien sur le collimateur, on verra deux images de ce fil, l'une directe, l'autre réfléchie sous une incidence presque rasante; ces

deux images ne différeront pas sensiblement d'intensité (1), et leur distance dépendra du niveau du mercure.

» Toute variation d'inclinaison de l'axe optique du collimateur changera la distance de la surface liquide et du réticule, par suite la distance angulaire du fil horizontal et de son image.

» De cette manière, on pourra constater un petit déplacement dans un plan vertical de l'axe optique du collimateur; il y a plus, on pourra la mesurer exactement si l'on donne une forme géométrique régulière et constante à la surface libre du mercure; car l'effet d'une petite inclinaison du vase où il est contenu est de faire varier d'un petit angle la surface liquide; le déplacement de la surface réfléchissante équivaut à une rotation autour d'une droite qui n'est autre que l'intersection des deux positions successives de la surface. Cette droite est entièrement déterminée par la connaissance de la forme de la surface libre du liquide dont le volume est constant, sauf une correction, toujours très-petite, due à la température.

» Il y aurait plusieurs remarques importantes à faire sur l'interprétation de la variation angulaire des deux images : les limites étroites imposées à cette Note m'obligent à les passer sous silence. Je me borne à faire remarquer que, si dans tous les cas la mesure de cette variation angulaire peut ne pas donner une valeur exacte de la correction, au moins l'observateur est-il averti que le collimateur est dérangé : c'est là le point important.

» L'objection qui vient immédiatement à l'esprit est la suivante : le collimateur est destiné à éviter l'observation du bain de mercure, et cette disposition la rétablit : quel avantage présente-t-elle donc?

» Tout l'avantage consiste dans l'usage de la réflexion sous l'incidence rasante : dans cette circonstance, les rides qu'occasionnent les petites trépidations sur la surface liquide n'ont presque pas d'influence sur la fixité et sur la netteté de l'image : chaque ondulation produit une surface réfléchissante courbe dont les rayons de courbure équivalent, au point de vue optique, aux rayons de courbure réels multipliés par le sinus de l'inclinaison des rayons réfléchis; il y a alors diffusion de la lumière sur la ride, et l'effet définitif consiste dans le passage sur l'image réfléchie d'une bande noire qui n'altère en rien sa fixité.

---

(1) Sous l'incidence rasante l'intensité de la lumière réfléchie est indépendante de la nature de la substance réfléchissante; aussi pourrait-on utilement, dans certains cas, substituer au mercure un liquide plus ou moins visqueux, tel que l'huile ou l'acide sulfurique. D'après ce qui sera dit plus loin, on verra que cette substitution serait moins avantageuse qu'on ne pourrait le supposer au premier abord.

» Il ne serait pas nécessaire pour la mesure des déclinaisons d'avoir deux collimateurs à réflexion, l'un au nord, l'autre au sud; de sorte qu'on pourrait installer le second, sans bain de mercure, mais conjugué du premier. Dans le cas où l'on n'exigerait pas la collimation mutuelle de ces instruments, il serait bon de les établir indépendants chacun avec un bain de mercure intérieur; on y gagnerait une symétrie toujours favorable à l'étude des flexions des lunettes (1).

» En résumé, je pense avoir trouvé une disposition optique très-simple, facile à installer et conduisant à des observations que le micromètre rend fort aisées, pour constater la variation d'inclinaison de l'axe optique des collimateurs : elle sera surtout fort utile aux observatoires placés sur des constructions élevées où l'on a à craindre les déplacements de tout le massif sur lequel reposent les instruments, déplacements que les collimateurs conjugués ne peuvent accuser. Avec cette addition, l'usage de ces instruments est à l'abri du reproche grave qui les a fait écarter de plusieurs observatoires.

» En terminant j'ajouterai que la réflexion sous l'incidence rasante me paraît devoir rendre en astronomie des services importants : son emploi peut être érigé en méthode générale; j'espère bientôt arriver à l'utiliser pour déterminer l'horizon à l'aide de collimateurs presque horizontaux. Mais je suis obligé, pour pouvoir continuer utilement ces recherches, d'attendre l'exécution à l'École Polytechnique de quelques travaux d'installation, dont le complet achèvement sera hâté par la bienveillance que témoignent à ce projet le Commandement et la Direction des études. »

PHYSIQUE. — *Sur les tubes de Geissler lumineux par frottement.* Note de **M. Alvergniat**, présentée par M. Edm. Becquerel.

« On a cherché bien des fois à reproduire les beaux effets de l'étincelle électrique dans les gaz raréfiés, sans le secours de la pile. Les machines électriques, les appareils d'induction, et les nouvelles machines fondées sur l'influence, peuvent être employées pour rendre lumineux les tubes de Geissler; mais une solution élégante et plus simple du même problème consiste à se servir comme source électrique du frottement développé sur le tube lui-même à l'aide de la main ou d'un morceau de soie.

---

(1) L'inclinaison au-dessous de l'horizon des axes optiques de ces deux collimateurs est assez grande pour qu'on puisse, sur les mêmes piliers, mais un peu au-dessus, conserver les collimateurs horizontaux conjugués, tels qu'on les construit d'ordinaire.

» C'est ainsi qu'en frottant vivement un tube contenant de l'azote sous une faible pression, on le voit s'illuminer faiblement; la lumière peut être rendue plus vive en l'amenant, par un artifice particulier, à éclater dans un tube intérieur étroit et fluorescent; mais elle est surtout accrue si l'on dispose dans le tube une substance capable de devenir phosphorescente par l'action de l'électricité, comme les substances phosphorescentes de M. Edm. Becquerel. Lorsqu'on frotte vivement un tube contenant une de ces substances, et préparé comme s'il s'agissait de l'illuminer par l'étincelle d'induction, on observe bientôt une lueur qui augmente peu à peu d'intensité et devient assez vive pour qu'on puisse s'en servir pour se guider dans l'obscurité. »

PHYSIQUE. — *De l'influence de la pression sur les phénomènes chimiques.* Note de **M. L. Cailletet**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« Le numéro des *Comptes rendus* du 1er mars dernier contient une réclamation de priorité, adressée par M. Berthelot au sujet d'expériences que j'ai publiées sur l'influence de la pression dans les phénomènes chimiques (1). Je tiens à faire savoir que je connaissais l'expérience classique citée par M. Berthelot, expérience répétée dans tous les cours depuis bien longtemps, et que je n'en ai pas parlé parce que je la considère comme entièrement étrangère au sujet que je traite.

» Mon but est d'employer, ce qui n'a jamais été fait, un appareil facile à manœuvrer, exempt de tout danger, permettant d'opérer les réactions chimiques à des pressions et à des températures déterminées. J'ai constaté ensuite, par des pesées, les vitesses relatives du ralentissement des actions chimiques, lorsqu'on fait varier la pression et la température.

» Mes conclusions sont indépendantes de toute hypothèse : j'ai dit qu'à telle pression l'action chimique se représentait par un nombre déterminé et exprimé en grammes, tandis qu'à telle autre pression plus grande, un nombre de grammes plus petit représentait une action chimique plus faible. Les causes immédiates de ces phénomènes doivent être certainement recherchées, mais elles ne peuvent avoir de certitude, et par conséquent elles ne doivent être discutées dans une communication scientifique que si elles sont démontrées par des expériences précises.

» Quand je place, en effet, du zinc dans de l'acide sulfurique étendu et

(1) Voir *Comptes rendus* du 15 février 1869, p. 395.

que je vois le dégagement de l'hydrogène se ralentir et même s'annuler, je trouve dans la science bien des hypothèses à faire pour expliquer ce phénomène :

» 1° La dissolution de l'hydrogène dans le liquide, dissolution dont le coefficient de solubilité est inconnu à des pressions élevées;

» 2° Combinaison de l'hydrogène avec l'eau, pour former un sous-oxyde;

» 3° Formation d'acide sulfureux, dans le cas où l'acide sulfurique est employé (1);

» 4° Séquestration de la lame de zinc par une couche de gaz se déposant à sa surface (2);

» 5° Enfin l'interversion des propriétés chimiques des corps mis en présence.

» C'est là précisément l'ensemble des hypothèses dont je n'avais pas à faire mention, parce qu'elles sont toutes connues, et même étudiées en leurs conséquences.

» Un seul point de la réclamation de M. Berthelot demandait une réponse immédiate. A la page 539 de la Note citée, M. Berthelot dit : « De » même le zinc déplace l'hydrogène, parce que la formation du sulfate de » zinc dégage plus de chaleur que la formation du sulfate d'hydrogène; » or cet excès ne saurait être qu'augmenté par la condensation plus » grande de l'hydrogène. » C'est là une pure hypothèse, qui est la traduction de l'opinion préconçue d'après laquelle ce qu'on nomme *affinité* du zinc pour l'acide sulfurique hydraté serait supérieure à celle de l'hydrogène sous toutes les pressions; et toutes mes expériences, je dois le dire, ne sont instituées que pour savoir si cette hypothèse est vraie.

» J'ai dû, dans mes conclusions, être extrêmement prudent, attendu que j'ai vu l'acide azotique décomposer le carbonate de chaux avec une extrême lenteur, à une pression sous l'influence de laquelle l'acide carbonique est un liquide soluble dans l'eau presque autant que les acides dont nous employons, à la pression ordinaire, les dissolutions concentrées. Dans cette dernière circonstance, il est impossible de supposer le carbonate de chaux

---

(1) Un pétale de violette ne se décolore pas dans l'acide sulfurique et le zinc à haute pression.

(2) Ce sont les phénomènes de polarisation dont M. Favre s'est déjà servi pour interpréter ses expériences, et dont M. d'Almeida vient de donner les effets si curieux, qui font voir combien est importante l'influence de la capillarité dans les phénomènes chimiques.

entouré d'une atmosphère gazeuse; tout l'acide carbonique se dissout, et cependant la pression diminue la rapidité de la décomposition chimique : là, aucune influence de la capillarité.

» Toutes ces expériences demandent beaucoup de temps, j'ai dû simplement, en publiant une Note succincte, me donner la possibilité de les continuer à mon point de vue, et je crois que, sous ce rapport, mon droit n'est pas diminué par la réclamation de M. Berthelot.

» Je crois également qu'il faut être aussi prudent que possible, dans les affirmations, en ce qui concerne les phénomènes dans lesquels aucune mesure sérieuse n'a été introduite. M. Berthelot n'a pas publié le moyen qu'il employait pour déterminer la résistance de son tube de verre de 6 millimètres de diamètre intérieur. Quel que soit le moyen dont il a usé et qu'il aurait été si intéressant de connaître, il ne pouvait conclure que son tube, ramolli au feu et trempé pas un refroidissement brusque, conservât la résistance que l'expérience faite sur un tube recuit lui avait permis de constater.

» J'ai déterminé, par les expériences les plus nombreuses, qu'il suffit de la chaleur de la lampe d'émailleur et même de la faible température nécessaire au mastiquage des tubes pour que ceux-ci, résistant à 200 atmosphères avant la trempe, se brisent à des pressions très-faibles après avoir été chauffés. Tous les calculs relatifs à la résistance du verre ne peuvent donc être regardés comme exacts, surtout quand on n'a qu'une expérience.

» Dans une prochaine communication je donnerai la suite de mes recherches ; mais je peux dire aujourd'hui que, dans des tubes convenablement préparés, fermés avec certaines précautions, j'ai pu maintenir du zinc en excès et de l'acide sulfurique pendant douze jours au contact (1), et qu'après ce temps, les tubes ayant été ouverts, j'ai constaté que l'acide sulfurique n'était nullement saturé, puisqu'à la pression ordinaire, le zinc restant était attaqué de nouveau.

» De l'almalgame de sodium mis en contact avec un excès d'eau reste pâteux, quand la pression est suffisante.

» Je ne me découragerai donc pas et je continuerai mes expériences sur les réactions chimiques et les actions électriques, dans cette voie que je crois nouvelle. »

---

(1) Malgré l'*agitation* et le *frottement* recommandés par M. Berthelot, et obtenus au moyen d'un mouvement d'horlogerie, qui fait tourner les tubes autour de leur centre de gravité.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les éthers de l'alcool propylique de fermentation.* Note de **M. G. Chancel**, présentée par M. Cahours.

« Dans ma précédente communication (1), je me suis attaché surtout à établir la constitution de l'alcool propylique et à faire ressortir son caractère d'alcool normal primaire. J'ai particulièrement insisté sur sa transformation en acide propionique et en hydrure de propionyle par les agents d'oxydation, et je n'ai fait que mentionner le chlorure et l'iodure de propyle, et quelques éthers composés.

» Mes recherches ne sont pas encore assez avancées pour que je puisse, dès à présent, donner la description complète des dérivés de cet alcool. Mais comme je tiens à me réserver un travail qui m'occupe déjà depuis longtemps, je signalerai, afin de prendre date, les éthers de l'alcool propylique de fermentation.

» L'*éther propylique*, ou *oxyde de propyle*,

$$\left.\begin{matrix} C^3H^7 \\ C^3H^7 \end{matrix}\right\} O,$$

prend facilement naissance par l'action de l'iodure de propyle sur le propylate de sodium ou de potassium. Il n'est même pas nécessaire de faire dissoudre le métal alcalin dans l'alcool propylique; il suffit de verser l'alcool à éthérifier sur de la potasse caustique en poudre, d'ajouter l'iodure et de distiller après avoir chauffé pendant quelque temps le mélange dans un appareil disposé de manière à condenser les vapeurs.

» L'oxyde de propyle bout vers 85 ou 86 degrés; c'est un liquide réfringent, très-mobile, peu soluble dans l'eau.

» J'ai également obtenu divers éthers mixtes, en faisant agir les iodures de méthyle, d'éthyle et d'amyle sur l'alcool propylique en présence de la potasse.

» L'*éther propylméthylique*, ou *oxyde de propyle et de méthyle*,

$$\left.\begin{matrix} C^3H^7 \\ C\ H^3 \end{matrix}\right\} O,$$

bout de 49 à 52 degrés; c'est l'unique isomère, de cet ordre, que puisse avoir l'éther éthylique ordinaire.

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXVIII, p. 659, séance du 15 mars 1869.

» L'*éther propyléthylique*, ou *oxyde de propyle et d'éthyle*,

$$\left.\begin{matrix} C^3H^7 \\ C^2H^5 \end{matrix}\right\} O,$$

passe à la distillation entre 85 et 86 degrés.

» L'*éther propylamylique*, ou *oxyde de propyle et d'amyle*,

$$\left.\begin{matrix} C^3H^7 \\ C^5H^{11} \end{matrix}\right\} O,$$

a son point d'ébullition entre 125 et 130 degrés.

» Tous ces composés constituent des liquides très-mobiles dont la densité est comprise entre 0,75 et 0,80; ils possèdent une odeur éthérée particulière qui rappelle celle que présenterait l'éther ordinaire mélangé à une substance odorante étrangère.

» Je ferai remarquer que les réactions précédentes donnent souvent lieu au dégagement d'un hydrogène carboné C^nH^{2n}, surtout lorsqu'elles s'accomplissent en présence d'un excès de potasse caustique. Ainsi, dans la préparation de l'oxyde de propyle, il se forme, par suite d'une action secondaire, une certaine quantité de propylène pur

$$\underbrace{C^3H^7I}_{\text{Iodure de propyle.}} + KHO = \underbrace{C^3H^6}_{\text{Propylène.}} + KI + H^2O.$$

» Le propylène ainsi obtenu a été caractérisé par ses propriétés et par celles de son bromure. »

CHIMIE. — *Action du sublimé sur le bi-iodure d'éthylène;* *par* **M. E.-J. Maumené.**

« Dans une précédente Note (*Comptes rendus*, t. LIX, p. 1091) j'ai annoncé que l'action du sublimé sur le bi-iodure d'éthylène, indiquée par Berzelius et d'autres auteurs, l'est toujours d'une manière inexacte. Berzelius la cite comme donnant de l'iodure de carbone (*) lorsqu'on emploie 4 parties de sublimé pour 1 de bi-iodure éthylique. Je crois pouvoir dire que ce célèbre chimiste n'a pas fait l'étude de cette action, et l'a confondue avec celle du sublimé sur l'iodoforme, d'après Mitscherlich, Serullas et

(*) *Traité de Chimie*, t. I, p. 299.

M. Bouchardat (*); son erreur est partagée par les auteurs plus modernes.

» *A priori* la formule de Berzelius paraît très-vraisemblable.

1 partie de $C^4H^4I^2$ étant 282 ou 1 équivalent,
4 » HgCl seront $282 \times 4 = 1128$ ou 8 équivalents
(exactement $135,5 \times 8 = 1084$);

et *rien dans les idées ordinaires* ne peut faire prévoir si l'équation

$$C^4H^4I^2 + 8HgCl = 4HCl + 4Hg^2Cl + C^4I^2$$

est d'une réalisation impossible.

» Ma théorie, qui seule indique avec précision les actions *réelles*, donne une tout autre réaction. On a

$$n = \frac{\text{Volume atomique de } C^4H^4I^2 = 134,3}{\text{Volume atomique de } HgCl \;=\; 25,0} = 5,37,$$

c'est-à-dire que l'action a lieu entre $16HgCl$ et $3C^4H^4I^2$; ce qui conduit à une série d'équations :

$$(1)\quad 16HgCl + 3C^4H^4I^2 = 3C^4H^4ClI + 3[(HgCl)^2HgI] + 7HgCl$$
$$(2)\quad = 3C^4H^4Cl^2 + 3[(HgCl)^2HgI] + 2(HgCl, HgI)$$
$$(3)\quad = 3C^4H^3Cl^3 + 4\ Hg^2Cl.HgI\ + 2Hg^2I + 3HCl,$$

Etc.

(je passe sous silence trois équations exprimant à la fois un dégagement de HCl et de H libre, réalisables, *en général*, en vase fermé à des températures de plus en plus hautes).

» Dans les conditions ordinaires, l'équation (3) elle-même ne se réalise pas. Les équations (1) et (2) se produisent à des températures si peu élevées, qu'elles sont nettement accomplies avant le degré de chaleur nécessaire à la production de HCl.

» L'équation (1) se réalise même à froid. Elle revient à

$$3HgCl + C^4H^4I^2 = C^4H^4ClI + (HgCl)^2, HgI.$$

Or fait-on un mélange intime de

282gr $C^4H^4I^2$ = 1 équivalent ou 1 partie
406,5 HgCl = 3 » ou $1\frac{1}{2}$ » à peu près

(*) Mitscherlich, *Annales de Chimie et de Physique*, 2e série, t. XXXVII, p. 86. — Serullas, *Annales de Chimie et de Physique*, 2e série, t. XXXIX, p. 225. — Bouchardat, *Journal de Pharmacie*, t. XXII, p. 1.

et abandonne-t-on ce mélange à lui-même, en quelques jours la masse, d'abord parfaitement sèche, se montre imbibée d'un liquide huileux rouge, très-dense, qui est le chloro-iodure C^4H^4ClI de M. Maxwell Simpson (*). Ce corps est presque pur. On l'isole, en grande partie du moins, en faisant tomber toute la masse dans un entonnoir à robinet, et laissant écouler le liquide (il est bon de hâter sa chute par un vide plus ou moins complet). Une distillation fractionnée sur un peu de Hg^2I sépare d'abord une petite quantité de $C^4H^4Cl^2$, et laisse un produit incolore d'une densité de 2,39 (à + 20°), bouillant à 146 degrés ($0^m,753$), d'une odeur analogue à celle de l'éther C^4H^5I (lorsque tout le $C^4H^4I^2$ a été attaqué). L'analyse donne

	I.	II.	III.	IV.	Calcul.
C.............	12,54	»	»	»	12,60
H.............	2,21	»	»	»	2,09
Cl.............	»	19,4	19,3	18,8	18,64
I.............	»	66,3	65,9	66,5	66,67
					100,00

Les analyses II et III ont été faites par CaO; l'analyse IV, par le procédé Caruis, qui exige un acide $D = 1,35$ et plusieurs heures à une température de 130 à 140 degrés (**).

» L'équation (2) se vérifie très-aisément lorsqu'on expose le mélange de 16 HgCl et de $3C^4H^4I^2$ à la température du bain d'eau bouillante (même avec un excès quelconque de HgCl). On obtient alors de la liqueur des Hollandais $C^4H^4Cl^2$ mêlée (on le prévoit sans peine) d'une quantité de chloro-iodure qu'on diminue le plus possible en chauffant rapidement, mais qui est toujours notable. Les deux liquides se séparent assez facilement par la distillation. Le mieux est de séparer d'abord au bain d'eau tout ce que l'on peut obtenir, et de rectifier deux ou trois fois en prenant ce qui passe entre 82 et 85 degrés : on arrive à une liqueur pure dont l'analyse donne

					Calcul
C...........	23,9	24,1	»	»	24,24
H..........	3,9	4,0	»	»	4,04
Cl..........	»	»	71,6	71,7	71,72
					100,00

(*) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. LXV, p. 366.

(**) Avec un acide $D = 1,18$, et en vingt-cinq minutes il est resté une très-petite quantité de liquide accrochée aux aiguilles d'iode. Quand on a précipité I et Cl par un petit excès d'Ag, le NaCl donne un précipité blanc d'abord, mais qui, *en un clin d'œil*, devient brun, puis noir, tout en conservant l'état de grumeaux volumineux. Il y a là une matière photographique des plus sensibles.

» J'avais en outre : D = 1,26(+ 14°); ébullition à 85 degrés ($0^m,761$); odeur très-franche; production de C^4H^3Cl par la potasse alcoolique.

» Le liquide se sépare du chloro-iodure assez facilement, car dès la première distillation il offre pour Cl une valeur de 69,9 à 70,2.

» On le voit, il serait difficile de faire *prévoir* les faits d'une manière plus nette. Les équations (1) et (2) données par ma théorie sont vérifiées par l'expérience avec toute la précision du calcul. Ce grand fait est général. *Toutes les actions chimiques sont prédites par la théorie, toutes les formules qui ne s'accordent pas avec elle sont démenties par l'expérience.*

» L'action ne donne ni HCl, ni C^4I^2, ni Hg^2Cl, *en même temps*. Elle ne donne C^4I^2 en aucune circonstance. »

PHYSIOLOGIE. — *Mémoire sur l'action des nitrites sur le sang; par* **M. A. Gamgee.** (Extrait par l'auteur.)

« Lorsqu'on agit sur le sang avec un nitrite quelconque, soit en faisant respirer à un animal pendant la vie des doses toxiques d'un nitrite volatil, tel que le nitrite d'éthyle ou le nitrite d'amyle, soit en mélangeant avec le sang une solution d'un nitrite alcalin, il se produit un changement remarquable dans la couleur du sang, qui perd sa belle coloration rouge et prend une couleur brune comme le chocolat. Ce changement de couleur n'est accompagné d'aucune altération dans le volume ou la forme des globules; il y a cependant une modification des propriétés optiques du sang, qu'on peut très-bien apprécier à l'aide du spectroscope. Avec cet instrument, on s'aperçoit que les deux bandes d'absorption qu'on observe quand on analyse la lumière qui a passé à travers une solution du sang ou de sa matière colorante non altérée (l'hémoglobine) deviennent très-faibles, et, de plus qu'une bande apparaît dans la partie rouge du spectre, bande qui coïncide avec celle de l'hématine quand elle existe dans des solutions acides. En ajoutant de l'ammoniaque au sang, cette dernière bande d'absorption disparaît, et la partie orange du spectre s'obscurcit. En acidifiant avec soin le liquide alcalin, on reproduit très-facilement les bandes qu'on avait observées après l'action des nitrites.

» L'addition du sulfhydrate d'ammoniaque paraît détruire immédiatement l'action des nitrites : elle fait reparaître les deux bandes de l'hémoglobine oxygénée, qui sont ensuite remplacées par la bande d'absorption de l'hémoglobine réduite.

» Ces observations préliminaires paraissaient indiquer que lorsque les

nitrites agissent sur le sang, ils produisent une action marquée, mais passagère, sur la matière colorante du sang; qu'ils n'ont pas le pouvoir de s'oxyder aux dépens de l'oxygène des globules, car l'action du sulfhydrate d'ammoniaque suffit pour dégager de nouveau la matière colorante du sang dans son état normal, c'est-à-dire combinée avec l'oxygène. Afin de découvrir la vraie nature de l'action des nitrites, l'auteur a employé les différentes méthodes de recherche qui paraissaient capables de la manifester.

» Quand on agite le sang altéré par l'action des nitrites avec de l'oxyde de carbone, il ne perd pas d'oxygène, comme il arrive quand on agite le sang normal avec ce gaz, ainsi que l'a montré M. Claude Bernard dans son Mémoire classique sur ce sujet (*Leçons sur les effets des substances toxiques et médicamenteuses;* Paris, 1857, p. 158 et suiv.).

» Même quand on a fait bouillir ce sang dans le vide le plus parfait, il n'abandonne pas son oxygène.

» Non-seulement l'oxyde de carbone reste sans effet sur le sang qui a été soumis à l'action des nitrites, mais encore les nitrites ne produisent aucun changement dans le sang qu'on a saturé de gaz oxyde de carbone. L'auteur démontre que le sang qu'on a soumis à l'action des nitrites ne possède presque plus le pouvoir de fixer l'oxygène atmosphérique; cependant, il conserve le pouvoir de rendre bleu le papier qu'on a saturé avec la teinture de gaïac : il possède donc encore le pouvoir de changer en ozone l'oxygène atmosphérique, pouvoir qui appartient au sang normal et même au sang saturé d'oxyde de carbone (Schönbein, A. Schmidt et Kühne).

» Quand on mélange le sang défibriné des chiens avec une petite quantité d'une solution d'un nitrite, et qu'on le soumet à l'une des méthodes propres à la séparation de l'hémoglobine, on obtient un produit qui, dans la forme parfaite de ses cristaux, ne diffère, sous aucun rapport, de l'hæmoglobine normale.

» La couleur de ces cristaux cependant, au lieu d'être rouge, est la même que celle du sang dont on les a obtenus, c'est-à-dire qu'ils ont une couleur brune, et qu'ils présentent précisément le même spectre. L'auteur a démontré que ces cristaux consistent réellement en une combinaison de l'hémoglobine oxygénée avec le nitrite qu'on a fait agir sur le sang. Il a réussi à obtenir de ces combinaisons avec les nitrites de potasse, de soude, d'argent et d'amyle. La quantité des nitrites entrant en combinaison avec la matière colorante du sang varie entre des limites assez larges. Dans les cas où l'action a été très-complète, une molécule de la matière colorante paraît s'être unie à une molécule du nitrite.

» Nous savons depuis quelque temps que la vraie matière colorante du sang est l'hémoglobine; que l'oxygène qui existe dans un état de combinaison très-faible avec elle peut être remplacé par un volume égal d'oxyde de carbone, et que, dans cette dernière combinaison, l'oxyde de carbone peut être remplacé par le bioxyde d'azote; ces combinaisons de l'hémoglobine avec ces gaz sont isomorphes. Les recherches de Hoppe Seyler (*Med. chem. untersuchungen*, heft II, p. 206) et de Preyer (*Virchow Archiv.*, sept. 1867, p. 125) ont démontré que l'acide prussique peut s'attacher à l'hémoglobine, et probablement à l'hémoglobine oxygénée, fournissant l'exemple d'une nouvelle classe de combinaisons de matières toxiques avec la matière colorante du sang.

« Les recherches actuelles, concernant l'action des nitrites sur le sang, ne laissent plus de doute sur l'existence de pareilles combinaisons : il est permis de penser que, dans la suite, on démontrera qu'une foule de composés chimiques condensés exercent une semblable action sur le sang. »

PHYSIOLOGIE. — *Note sur l'absorption vésicale chez l'homme sain;* *par* **M. Em. Ségalas.**

« Mon père, en 1824, dans ses recherches sur l'absorption, avait établi que la membrane muqueuse vésicale absorbe l'extrait alcoolique de noix vomique (*Journal de Physiologie* de Magendie). J'ai repris, en 1862, les expériences de mon père, et j'ai constaté que les lapins dans la vessie desquels j'injectais une solution de sulfate de strychnine succombaient rapidement, pour la plupart, sous l'influence de ce poison.

» M. Demarquay, dans son travail sur l'absorption des médicaments chez l'homme sain, publié en 1867, a établi, contrairement à nos résultats, que la vessie de l'homme absorbait peu. En effet, sur seize expériences faites sur des hommes atteints de maladies des voies urinaires, huit fois l'absorption n'a pas eu lieu, huit fois elle n'a été constatée qu'à un faible degré et au bout d'un temps variable. M. Susini, en 1867, après avoir rappelé le résultat négatif d'expériences faites avec le curare sur la vessie des chiens par M. Claude Bernard, conclut, d'après des essais faits sur lui-même, à l'imperméabilité de l'épithélium vésical pour certaines substances.

» Des objections peuvent être adressées à toutes ces expériences. Nous avions opéré, mon père et moi, sur des lapins, M. Demarquay sur des hommes malades et M. Susini sur lui seul. Il pouvait être une exception.

Il était donc important de faire de nouvelles recherches, pour s'assurer si la vessie saine absorbait réellement.

» J'ai prié M. Demarquay de vouloir bien répéter ses expériences avec moi. 50 centigrammes d'iodure de potassium, dissous dans 60 grammes d'eau distillée, ont été injectés dans la vessie de dix hommes bien portants. Dans aucune de ces expériences, que j'ai suivies avec le plus grand soin, pendant quarante-huit heures, l'examen de la salive n'a pu nous faire constater l'absorption de ce médicament. Si l'on administrait la même dose d'iodure de potassium par le rectum, on constatait facilement son élimination par la salive et les urines. Ces nouvelles expériences nous permettent donc de conclure que la vessie chez l'homme sain ne paraît pas absorber l'iodure de potassium.

» Ultérieurement je ferai connaître les détails de ces nouvelles recherches, et j'essayerai de démontrer quelles conséquences on en peut tirer. »

TÉRATOLOGIE. — *Observations sur une communication de* M. Sanson *relative aux bœufs dits* niatos *de l'Amérique méridionale; par* **M. C. Dareste.**

« J'ai adressé à l'Académie, il y a deux ans, la description d'un veau, né d'une vache flamande, dont la tête osseuse présentait certaines particularités qui caractérisent la race des bœufs *niatos* de l'Amérique méridionale; et j'ai cherché à montrer comment ce fait pouvait servir à expliquer la formation des races chez les animaux domestiques, par l'apparition subite de caractères nouveaux chez des individus provenant d'individus appartenant à d'autres races (1).

» M. Sanson, qui, depuis plusieurs années, professe sur la nature des races, des idées fort différentes des miennes, nia l'existence de cette race des bœufs *niatos*, bien qu'elle fût attestée par les témoignages oculaires d'Azara, et de MM. Lacordaire et Darwin. Il soutint que ces bœufs *niatos* ne s'étaient jamais présentés qu'à l'état d'individus isolés et sans constituer de race (2).

» Aujourd'hui, d'après de nouveaux documents, il nous apprend le fait encore ignoré de l'existence d'une semblable race au Mexique, et il admet

---

(1) Ce travail a paru en extraits dans les *Comptes rendus*, t. LXIV, p. 423. J'ai donné une description détaillée du veau dont il est ici question dans les *Archives du Comice agricole de Lille*.

(2) *Comptes rendus*, t. LXIV, p. 669.

par conséquent la transmission héréditaire des caractères des bœufs *niatos*. Il se rapproche donc de l'opinion que j'émettais dans mon Mémoire, mais il me fait une nouvelle objection, c'est que la tête osseuse que j'ai décrite ne présente point les caractères ostéologiques de la tête des bœufs *niatos*. C'est à cette nouvelle objection que je réponds aujourd'hui.

» Nous ne connaissons les caractères ostéologiques de la tête des bœufs *niatos* que par la description suivante, qu'en a donnée M. Owen d'après une tête rapportée par M. Darwin.

» Ce crâne est remarquable par l'arrêt de développement des nasaux,
» des prémaxillaires et de la partie antérieure de la mâchoire inférieure,
» qui est, d'une manière anormale, recourbée en haut, pour venir se mettre
» en contact avec les prémaxillaires. Les os nasaux n'ont qu'un tiers de
» leur longueur ordinaire, mais ils conservent presque entièrement leur
» largeur normale. L'espace vide triangulaire reste entre eux, le frontal et le
» lacrymal; ce dernier os s'articule avec le prémaxillaire, et il exclut ainsi
» le maxillaire de toute jonction avec le nasal. »

» Or, à l'exception d'un seul détail de peu d'importance, tous les traits caractéristiques signalés par M. Owen se retrouvent exactement les mêmes sur la tête que j'ai décrite et qui est conservée au Musée de Lille. On y voit la même brièveté des nasaux et des prémaxillaires, la même courbure en haut de la mâchoire inférieure, la même interposition des lacrymaux entre les nasaux et les maxillaires, qui sont ainsi privés de leurs connexions normales. La seule différence qui existe entre ces deux têtes, différence assurément légère, puisquelle ne modifie point les connexions des os, consiste dans l'absence d'espace triangulaire vide entre les nasaux et les maxillaires.

» On jugera par là si M. Sanson était fondé à dire *qu'il y a des différences de la plus grande importance entre les connexions osseuses du crâne des bœufs* niatos, *tel qu'il a été décrit par M. Owen, et le crâne tératologique auquel on a voulu le comparer*. Je persiste donc à croire que la tête osseuse du Musée de Lille présente les caractères de la tête osseuse des bœufs *niatos*, et à maintenir les conséquences que j'ai déduites de ce fait. »

M. J. Lefort adresse un « Mémoire sur les ipécacuanhas et sur l'émétine ». Ce Mémoire, déjà publié dans un journal scientifique, ne peut trouver place au *Compte rendu*.

M. H. Anez adresse de Tarascon quelques documents relatifs à une ma-

ladie de la vigne qui sévit principalement dans la Camargue, et à une autre maladie qui a été constatée en Provence. L'une de ces maladies attaque toujours d'abord l'extrémité des racines et s'élève successivement jusqu'aux rameaux. L'autre, au contraire, se développe toujours sur les rameaux et se propage ensuite jusqu'à la base de la plante.

M. Conté adresse, d'Aiguillon, une nouvelle Lettre relative au développement de l'oïdium de la vigne. L'auteur a observé en particulier que, de deux sarments verticaux, placés sur un même pied et dans les mêmes conditions, le sarment supérieur, affaibli par un grand nombre de fruits, était à peu près seul attaqué, tandis que le sarment inférieur, ou sarment à bois, l'était à peine.

« **M. Chasles** fait hommage à l'Académie, de la part de M. le prince Boncompagni, de la livraison d'octobre 1868 du *Bullettino di bibliografia e di storia delle scienze matematiche e fisiche*, dans laquelle il signale un Mémoire de M. Aristide Marre sur *la manière de compter des Anciens avec les doigts,* d'après un petit poème arabe manuscrit de la Bibliothèque impériale de Paris, et le *Tratado de mathematicas* de Jean Perez de Moya, imprimé à Alcala de Henares en 1573, dont il rapporte de nombreux passages. M. Boncompagni y a joint en outre des citations prises d'autres ouvrages et diverses Notes bibliographiques.

» Le *Bulletin* renferme un second Mémoire du P. Timothée Bertelli sur la Lettre de Pierre Peregrinus de Maricourt, et sur quelques travaux du XIII^e siècle, concercant la vertu magnétique. »

A 5 heures, l'Académie se forme en comité secret.

La séance est levée à 6 heures un quart. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 22 mars 1869, les ouvrages dont les titres suivent :

Société des Sciences industrielles de Lyon. — Liste des Membres de la Société, année 1869. *Concours ouverts par la Société,* 1868-1869. *Distribution des*

médailles. Séance solennelle du 5 novembre 1868. Lyon, 1869; 3 opuscules in-8°.

Société des Amis des Sciences naturelles de Rouen, troisième année, 1867. Rouen, 1868; in-8°.

Annales de la Société d'Émulation du département des Vosges, t. XIII, 1er cahier. Paris, 1868; br. in-8°.

Recherches expérimentales et théoriques sur les figures d'équilibre d'une masse liquide sans pesanteur; par M. J. Plateau, IXe et Xe séries. Bruxelles, 1868; 2 br. in-4°. (Extraites du tome XXXVII des *Mémoires de l'Académie royale de Belgique.*)

Mémoire sur la théorie générale des lignes tracées sur une surface quelconque; par M. Ph. Gilbert. Bruxelles, 1868; br. in-4°.

Sur les roulettes et les podaires; par M. E. Catalan. Bruxelles, sans date; opuscule in-8°.

Catalogue de la bibliothèque de l'Académie royale de Médecine de Belgique, par ordre alphabétique et par ordre de matières. Bruxelles, 1867; in-8°.

Bulletin de l'Académie royale de médecine de Belgique. Table alphabétique générale des matières et des auteurs contenus dans les tomes I à IX de la deuxième série (1858-1866), mise en ordre par M. J.-R. Marinus. Bruxelles, 1868; in-8°.

Traité pratique des maladies de l'utérus, de ses annexes et des organes génitaux externes; par M. Aug. Nonat. Deuxième édition, refondue et considérablement augmentée, avec la collaboration de M. A. Linas. Paris, 1869; in-8° avec figures. (Présenté par M. Dumas, au nom de l'auteur, pour le concours des prix de Médecine et Chirurgie, 1869.)

Recherches sur les propriétés physiques et physiologiques du protoxyde d'azote liquéfié; par M. A. Préterre. Paris, 1869; br. in-8°. (Présenté par M. le Baron Cloquet.)

(*La suite du* Bulletin *au prochain numéro.*)

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 29 MARS 1869.

PRÉSIDENCE DE M. CLAUDE BERNARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉTÉOROLOGIE. — *Note sur la température de l'air hors du bois et sous bois;* *par* **M. Becquerel.**

« Dans le dernier Mémoire que nous avons eu l'honneur, mon fils et moi, de présenter à l'Académie sur la température de l'air hors du bois et sous bois, nous avons dit que, durant la période de trois ans, 1866, 1867 et 1868, pendant les plus grands froids, la température a toujours été plus basse sous bois qu'en dehors, en ajoutant qu'il était difficile d'expliquer cette espèce d'anomalie, car on est disposé, *à priori*, à admettre le contraire, en raison des arbres qui agissent comme abris.

» En cherchant à expliquer la cause de cet état de choses, je me suis rappelé les expériences que j'ai faites, en 1858 et 1859, au Jardin des Plantes, avec le thermomètre électrique, sur la température de l'air comparée à celle de l'intérieur d'un arbre de 4 à 5 décimètres de diamètre; expériences dont les résultats ont été publiés dans les *Mémoires* de l'Académie, et qui mettent sur la voie de la cause du phénomène : il ne sera pas, je crois, sans intérêt pour les physiologistes que je rappelle ces résultats.

» J'avais tiré, de mes observations, la conséquence que la température moyenne de l'air au nord était la même que celle de l'intérieur d'un arbre isolé de 4 à 5 centimètres de diamètre, et que les heures des maxima et des minima dans ce dernier n'étaient pas les mêmes que celles des mêmes extrêmes de la température de l'air, mais qu'elles étaient retardées plus ou

moins, suivant la saison et la grosseur de l'arbre. J'avais oublié toutefois de faire remarquer les rapports de grandeur entre les maxima et les minima dans l'air et dans l'arbre, rapports indépendants de la moyenne annuelle et même mensuelle. Dans l'un et dans l'autre cas, c'est la différence entre ces valeurs qui m'a mis sur la voie de la cause du phénomène qui fait l'objet de cette Note.

» Je prends d'abord les observations de juillet 1859 faites à 9 heures du matin et 9 heures du soir, à partir seulement du 13, attendu que quelques-unes des observations antérieures manquent. On trouve annexé à ce Mémoire un Tableau qui renferme les observations qu'on a recueillies, classées de manière à mettre en évidence les résultats que je vais rapporter.

» Dans les jours les plus chauds, dans l'air, la température a été : 29°,40; 28°,20; 26°,95; etc., etc.; et les mêmes jours, elle a été, dans l'arbre : 24°,60; 25°,90; 25°,40; etc., etc.; les différences : 4°,80; 2°,30; 1°,55; etc., etc., ont toujours été en diminuant; une fois arrivée dans l'air à : 26°,60; 22°,95; 20°,30; 18°,75; 19°,95; etc., elle s'est élevée dans l'arbre à : 25°,85; 24°,55; 23°,56; 21°,50. La température de l'arbre l'emportait alors sur celle de l'air. Ces résultats montrent qu'il faut un certain temps pour que la chaleur extérieure pénètre dans l'arbre; mais ce dernier n'atteint jamais la température maximum de l'air, à moins de circonstances particulières; quand celle-ci s'est abaissée, l'autre devient prépondérante pendant plusieurs jours, dans des cas que j'ai indiqués.

» On voit encore, dans les Tableaux dont on vient de parler, qu'en été la température dans l'arbre est plus élevée à 9 heures du soir qu'à 9 heures du matin, et même fréquemment plus, qu'à 3 heures, ce qui montre bien que les heures des maxima et des minima ne sont pas les mêmes que dans l'air.

» Voyons ce qui se passe en hiver dans les plus grands froids; dans le mois de décembre 1859, à partir du 15, on a eu, pour la température moyenne :

	Dans l'air.	Dans l'arbre.
	°	°
15	— 2,90	— 0,05
16	— 6,80	— 0,05
17	— 7,90	— 0,30
18	— 10,40	— 0,85
19	— 11,10	— 2,00
20	— 10,80	— 3,70
21	+ 3,55	— 2,30
22	+ 6,30	— 0,65
23	+ 6,70	— 0,35

» Ces résultats montrent que, lorsque la température descend dans l'air successivement jusqu'à près de 11 degrés au-dessous de zéro, elle ne dépasse pas 3°,70 également au-dessous de zéro; différence : 7°,30. Les Tableaux mentionnés prouvent que, lorsque la température, après le dégel, est à 6°,70 au-dessus de zéro dans l'air, elle est encore au-dessous de zéro dans l'arbre. Il doit donc faire plus froid alors sous bois que hors du bois, comme on l'a dit dans le précédent Mémoire.

» Il résulte des faits qui viennent d'être décrits qu'il existe bien dans les arbres une cause qui ne dépend pas uniquement de la mauvaise conductibilité des couches ligneuses et de la chaleur propre de ces arbres; cette cause, je l'ai attribuée, sans pouvoir le démontrer toutefois complétement, à l'écorce, qui jouerait le même rôle que la peau et le tissu cellulaire qui recouvrent les muscles de l'homme et des animaux, et les préservent, jusqu'à un certain point, d'un trop grand froid et d'une trop grande chaleur.

» On peut se demander si les effets sont les mêmes dans des arbres d'un petit diamètre, comme dans les arbres d'un diamètre de $0^m,45$; mais aucune expérience n'ayant pas encore été faite, à cet égard, avec le thermomètre électrique, on ne peut répondre catégoriquement à cette question; ce thermomètre est un instrument précieux pour déterminer la température des parties intérieures des corps organisés, sans produire de lésions sensibles, même celle du cœur dans les animaux sans produire immédiatement la mort. C'est également avec le même instrument qu'on a démontré qu'il y avait une différence d'un demi-degré entre la température du sang artériel et celle du sang veineux.

» Il est à croire toutefois qu'il en est de même dans les arbres ayant de petits diamètres comme dans ceux à grands diamètres, à des différences près résultant de la conductibilité, qui est moindre dans les premiers que dans ceux-ci, attendu que, dans de jeunes taillis, la température de l'air dans les grands froids est souvent plus élevée que celle de l'air en dehors, comme on a pu le voir dans le Mémoire présenté dans l'avant-dernière séance de l'Académie. »

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Observations relatives à la communication de ce jour de* M. Govi (1); *par* **M. Chasles** (2).

« M. Govi a eu l'obligeance de se rendre à Florence et d'y faire la vérification qui m'avait paru désirable, au sujet d'une Lettre de Galilée du 5 novembre 1639 qui m'avait été signalée. La vérification n'a pas confirmé ce que j'avais lu dans une Revue de décembre dernier (3). Je dois rapporter ici le passage dont il s'agit et qui est parfaitement clair.

» Dans une analyse étendue de l'ouvrage de M. Faugère : *Défense de B. Pascal, etc.*, analyse toute favorable au système de mon adversaire, dont les arguments et les preuves auraient été la plupart sans réplique, dans ce travail, dis-je, j'ai trouvé néanmoins le passage suivant :

Les lettres de Galilée de la collection Chasles allant du 2 janvier au 2 novembre 1641, M. Faugère l'arrête en lui disant que ce grand homme avait complétement perdu la vue en janvier 1638. Cette question de la cécité de Galilée a fait beaucoup de bruit. M. H. Martin, le P. Secchi et autres sont entrés en lice...

Dans un récent voyage que nous avons fait à Florence, nous avons voulu examiner, à ce point de vue, le recueil de lettres autographes de Galilée, déposé à la Bibliothèque nationale. M. le Conservateur des manuscrits, qu'il en reçoive ici nos témoignages de gratitude, s'est empressé de satisfaire à notre désir.

Le cinquième et dernier volume a été l'objet particulier de notre examen. La dernière lettre de ce recueil écrite et signée par Galilée, est du 5 novembre 1639, et ne trahit pas le moins du monde l'affaiblissement de sa vue, non plus que les précédentes. Aurions-nous pris un 7 pour un 9, nous serions-nous trompé? Nous ne le pensons pas, car nous sentions la gravité de la chose, et nous y avons apporté beaucoup d'attention. Les lettres qui suivent celle-ci sont écrites et signées au nom de Galilée par une main étrangère. En voici les dates : Florence, 24 mai 1640; Arcetri, 6 avril 1641; Arcetri, 20 mai 1641; Arcetri, 20 décembre 1641.

On m'a montré deux autres lettres de Galilée, en dehors du recueil, qui avaient été acquises par le dernier grand-duc. Elles sont toutes deux datées d'Arcetri, l'une du 16 mai 1640, l'autre du 9 mars 1641, et toutes deux dans le même cas, c'est-à-dire écrites et signées au nom de Galilée. A la Bibliothèque, on les avait jusqu'alors crues autographes.

» Ce passage devait donner lieu assurément à une vérification; et je prie M. Govi d'agréer ici mes très-sincères remercîments pour l'obligeance avec

---

(1) *Voir* cette communication à la Correspondance, p. 774.

(2) L'Académie a décidé que cette communication, bien que dépassant en étendue les limites réglementaires, serait insérée en entier au *Compte rendu*.

(3) *Revue des autographes, des curiosités de l'histoire et de la biographie*, paraissant chaque mois, sous la direction de Gabriel Charavay.

laquelle il a daigné accueillir la demande que je lui adressais, à la suite de mes observations sur sa communication du 22 février, en ces termes :

« M. Govi veut-il bien me permettre de le prier de s'informer, quand il » en aura l'occasion, d'une Lettre de Galilée du 5 novembre 1639, qui » se trouverait, m'a-t-on dit (1), dans le tome V du Recueil de ses corres- » pondances, et qu'on me signale comme autographe et même d'une main » très-ferme. Je serais très-flatté que M. Govi voulût bien m'informer du » résultat de son enquête, ou en faire le sujet d'une communication à l'Aca- » démie (2). »

» Il résulte de la vérification que cette Lettre du 5 novembre 1639 ne se trouve pas dans le tome V du Recueil des Mss. de Galilée. Dans quel autre Recueil M. G. Charavay l'a-t-il lue? Il y a là un point important à éclaircir.

» M. Govi revient sur la question générale de la *cécité de Galilée*, et cherche à excuser le P. Secchi et MM. H. Martin et Faugère, de garder maintenant le silence que je leur ai reproché. On ne peut continuer la discussion, dit-il, « lorsque tous les documents les plus authentiques qui l'affirment » (cette *cécité*) sont accusés de faux. »

» Ici mon savant adversaire est dans l'erreur. Je n'ai *accusé de faux* aucun des documents produits soit par lui, soit par le P. Secchi, soit par M. H. Martin ou M. Faugère. Ces documents sont les Lettres imprimées de Galilée, et c'est de ces Lettres mêmes que j'ai tiré la preuve que le mot *cécité* ne se devait point entendre d'une privation complète de la vue, parce qu'autrement les Lettres impliqueraient des contradictions manifestes. Voilà quelle a été ma démonstration à laquelle on n'a point répondu.

» J'ai donné surabondamment une seconde démonstration, en produisant simplement de nombreuses Lettres des personnages les plus éminents de l'époque, relatives à cette prétendue cécité.

» M. Govi dit qu'il faudrait d'abord démontrer l'authenticité de ces documents. Mais c'est précisément là l'unique question. Ce sont ces documents

(1) J'étais allé demander à M. Charavay s'il n'aurait pas pu commettre quelque erreur dans la transcription des notes qu'il avait pu prendre sur les lieux.

(2) J'ajoutais en note : « On me dit aussi qu'il existe dans la Bibliothèque de Florence deux » Lettres de Galilée non comprises dans le même Recueil, l'une du 10 mai 1640, et l'autre » du 9 mars 1641, et non mentionnées par M. Alberi. Il pourrait être intéressant de faire » connaître ces Lettres. » Au lieu du 10 mai 1640, il fallait dire 16 mai 1640. Mais cette erreur typographique est absolument sans importance, puisque la Lettre du 9 mars 1641 ne se trouve pas dans la Bibliothèque de Florence.

qu'il faut juger dans leur ensemble; et ils sont tellement nombreux et concordants, comme on le sait parfaitement, que la solution sera facile. Mais aucun de mes adversaires n'a voulu prendre aucune information ni par lui-même, ni par aucun intermédiaire, comme s'ils avaient redouté la lumière. Aucun ne pourra s'excuser, assurément, de cette manière de traiter une question scientifique et historique du plus haut intérêt.

» M. Govi dit qu'on ne peut admettre que, pendant quatre ans, Galilée ait simulé la cécité sans que ses domestiques l'aient remarqué. Eh bien, précisément, j'ai conclu de ce que l'inquisiteur ne produisait le témoignage des domestiques qu'au sujet des insomnies de Galilée, et non de sa cécité, qu'il y avait bienveillante intention de sa part; bienveillance que nie M. Govi et dont il demande des preuves, quand les considérations accumulées par l'inquisiteur dans son Rapport tendent toutes à obtenir pour Galilée la faculté de venir librement habiter Florence.

» J'ai dit que les Lettres dans lesquelles pendant trois ans Galilée parle de sa cécité, même à des amis, pour s'excuser de ne pas écrire lui-même, suffiraient pour prouver que, par ce mot *cécité*, il ne veut pas dire qu'il est absolument aveugle, parce que, s'il l'eût été, il n'aurait point eu à en parler.

» M. Govi trouve au contraire qu'il était tout naturel qu'il en parlât. Eh bien, nous avons deux exemples notables d'écrivains éminents devenus aveugles, Pougens et Augustin Thierry. Leurs Lettres simplement signées sont nombreuses, et je ne sache pas qu'on ait jamais remarqué qu'ils s'y excusent d'emprunter la main d'un secrétaire.

» M. Govi invoque le nom de Viviani qui n'aurait pas manqué de parler des découvertes de son illustre maître dont il serait question dans mes Documents.

» En vérité, M. Govi semble oublier que les Mss. en la possession de la compagne de Galilée ont été livrés par elle et détruits; et qu'il y avait alors une telle jalousie et une telle persécution à l'égard de l'illustre astronome, que Viviani lui-même a dû enterrer tous ses écrits dont il était dépositaire, pour en assurer la conservation; lesquels n'ont été retrouvés fortuitement, dans le siècle dernier, que 39 ans après la mort de Viviani.

» La clause du testament de Galilée qui exclut de tous droits à son héritage les enfants de son fils Vincent qui prendraient l'habit de quelque ordre religieux, témoigne combien Galilée avait à craindre pour le sort réservé à ses écrits, et s'accorde bien avec les propres craintes de Viviani.

» Puisqu'il est question de Viviani, je dirai que sa venue chez Galilée, comme disciple, est encore une preuve de la non-cécité complète de son

maître. Car s'il eût été complétement aveugle, ce n'est point un jeune homme de 17 ans et ne possédant pas d'autres connaissances mathématiques que les quatre premiers livres d'Euclide, qui aurait pu lui être de quelque secours.

» M. Govi dit que le P. Castelli, dans un discours, se désole en songeant à l'affliction que causa la cécité de Galilée, et il ajoute : « A quoi bon ces » regrets posthumes si la cécité n'eût point été véritable et complète? »

» Comment! c'est cette maladie des yeux, qu'on appelait *cécité*, qui, quelle qu'elle fût, empêchait Galilée de continuer ses observations astronomiques et qui a causé sa mort, à la suite d'une opération; et M. Govi dit : « A quoi » bon ces regrets posthumes! »

» Lorsque la vue de Galilée s'est affaiblie, et que ses ennemis et persécuteurs se sont plu à faire croire qu'il était devenu *aveugle*, par punition du Ciel, pour cause d'hérésie, il n'a point cherché à démentir ce bruit; et même il n'était pas fâché d'y donner parfois croyance, pour qu'on lui laissât plus de repos et de liberté. Il le dit lui-même dans une Lettre au Roi Louis XIII, que nous rapporterons ci-après.

» Et, quant à la réalité, c'est-à-dire à la non-cécité, au sujet de laquelle j'ai fait connaître un grand nombre de Lettres de personnages éminents de l'époque : je pourrais en produire beaucoup d'autres encore, comme je l'ai déjà dit; j'en extrairai simplement quelques-unes de Milton, qui sont d'un grand intérêt. La première est adressée à Louis XIV, qui l'avait prié de lui faire le récit de ses relations avec l'illustre astronome, et les autres à Voiture et à Molière.

» Il est dit, depuis près de deux siècles dans tous les écrits sur Milton, qu'il a connu Galilée dans son voyage en Italie : mais on y cherche en vain des détails que semblaient comporter les grands noms de Galilée et de Milton.

» Cependant quelques passages laconiques se peuvent rapporter au sujet actuel.

» On lit dans le Recueil des *OEuvres de Milton*, publié par Todd, que plusieurs idées, conformes à la philosophie newtonienne, répandues dans le poëme du *Paradis perdu*, ont été prises de Galilée et de ses disciples, pendant le séjour de Milton à Florence (1).

---

(1) *The Poetical Works of John Milton*.... « Milton himself has informed us that he had really seen Galileo; and Rolli, in his Life of the poet, considers some ideas in the *Paradise lost*, approaching towards the newtonian philosophy, to have been caught at Florence from Galileo or his disciples. »

» M. Geffroy, dans une excellente thèse sur les *Pamphlets de Milton* (1848), dit que Galilée, lorsque Milton le visita à Arcetri, était *presque aveugle* et demi-prisonnier de l'Inquisition.

» En outre, on lit dans l'ouvrage récent de M. de Guerle intitulé : *Milton, sa vie et ses œuvres :* « Milton le vit (Galilée) à sa villa près de Florence, où » il étonnait encore ses concitoyens et les étrangers par l'étendue et la » variété de ses connaissances, un jour commentant l'*Enfer* de Dante, » l'autre jour exposant la mécanique céleste, ou LISANT *à ses amis quelques* » *poésies composées pendant ses moments de loisir.* »

» Ces mentions, de MM. Geffroy et de Guerle, que M. Faugère, j'ose l'espérer, ne dira pas être *inspirées pour les besoins de la cause*, suffiraient, comme on le voit, pour constater la non-cécité complète de Galilée.

» C'est Louis XIV, comme je l'ai dit, qui a pris soin pendant bien des années de réunir toutes les Lettres et autres écrits de Galilée, qu'il faisait rechercher, par Boulliau principalement. Il communiquait à Cassini les documents qu'il se procurait, en l'invitant à écrire une Notice sur l'illustre astronome. Aussi, parmi de très-nombreuses Lettres de Louis XIV à Boulliau et à Cassini, que je possède, il s'en trouve un bon nombre concernant Galilée. En outre, Louis XIV a écrit lui-même, d'après les documents qu'il avait déjà recueillis, une Notice sur l'illustre Florentin, qu'il a mise à la disposition de Cassini. Je terminerai ma communication de ce jour, puisque l'Académie veut bien me le permettre, par cette Notice et celle que Cassini s'est décidé à écrire sur la demande réitérée du Roi. »

DOCUMENTS.

Lettre de Galilée au Roi Louis XIII (1).

Arcetri, ce 28 novembre (1639?).

Sire,

Je ne scay comment m'acquiter envers Vostre Majesté pour l'interest qu'elle me tesmoigne. Je la remercie très-sincèrement de sa gratitude et de l'offre généreuse qui m'a esté faite de sa part par son ambassadeur extraordinaire : et c'est avec regret que je me vois forcé de ne pouvoir accepter cet offre si généreux. Je ne doute pas, Sire, qu'à Paris je trouverois sous vostre égide et vostre bienveillance tous les soins que nécessite ma position; mais, j'ay icy certaines habitudes; et pour moy l'habitude est comme une seconde nature. Et si la lumière de mes yeux ne renaist pas aussi promptement que je l'esperois et comme je le desirerois, ce n'est pas faute de soins. Du reste je veux bien assurer Vostre Majesté que quoique ce soit pour moy une grande privation de ne pouvoir continuer mes observations astronomiques, je

(1) Sur cette Lettre est écrit, de la main de Louis XIV : « Lettre très précieuse. »

commence à my résigner et je m'estime encore heureux qu'à mon aage et après tant de tribulations je puisse encore lire et escrire, ce qui est pour moy une grande satisfaction. Quant à certains propos que des gens tiennent et font circuler à cet égard, je ne cherche nullement à les démentir, d'autant plus que c'est un moyen d'estre moins obsédé par mes ennemis, c'est à dire par les inquisiteurs, qui ne cessoient de me faire surveiller. Nous nous sommes mesme servi du prétexte de cécité pour qu'on me laisse plus en repos et à moy mesme. Il n'est pas nécessaire que j'en dise davantage à Vostre Majesté. Quoi qu'il en soit, je ne lui en suis pas moins reconnaissant de tout ce qu'elle a fait et qu'elle vouloit encore faire pour moy. Sur ce je suis, Sire, de Vostre Majesté le très humble et très obéissant serviteur.

GALILÉE GALILEI.

Lettre de Milton au Roi Louis XIV.

Ce 23 août.

Au Roy.

Sire,

Selon le désir que me tesmoigne Vostre Majesté, je luy feray le récit de mon voyage en Italie, et en mesme tems je lui feray part de mon appréciation touchant le très illustre Galilée.

Je diray d'abord à Vostre Majesté que ce fut au commencement du printemps de l'année 1638 que j'entrepris ce voyage. Je me rendis d'abord en France: je fus reçu amicalement chez monsieur Grotius, à Paris, à qui j'estois recommandé, et qui m'introduisit dans toutes les bonnes sociétés. Bientost je connus tous les scavans et les lettrés, et j'acquis leur estime. Il n'est pas nécessaire que j'entre ici dans des détails; j'informeray seulement Vostre Majesté que ayant sceu de moy que j'avois dessein de me rendre à Florence pour y voir l'illustre Galilée duquel j'avois entendu faire si bel éloge à Paris, chascun m'encouragea à faire ce voyage, et tout un chascun aussi me donna une lettre de recommandation pour luy. J'en emportay pour le moins une vingtaine, sinon plus, ce qui tesmoigne que l'illustre astronome florentin avoit beaucoup d'amis et de partisans en france. En quittant Paris je me rendis donc à Florence et de là à Arcetri, non loin de cette ville, où Galilée avoit fixé sa demeure. Je le trouvay chez luy occupé à travailler un télescope qu'il vouloit perfectionner pour étudier Saturne et son entourage, me dit-il. Je luy remis toutes les missives dont j'estois chargé, desquelles il prit connaissance, et dont la lecture le rendit joyeux. Aussi m'en témoigna-t-il grande satisfaction, me questionnant sur un chascun de ceux que je venois de quitter, et cela de telle manière qui prouvoit qu'il les avoit en grande estime. Il me retint à dîner avec luy, et m'engagea à revenir le voir souvent pendant tout le temps que je resterois à Florence. Ce que je fis. Et une fois que je fus le voir, estant sur mon départ, il me retint mesme plusieurs jours chez luy, pendant lesquels il me fit connoistre ses précieux escrits et une infinité de lettres quil avoit reçues de ses amis. Il m'entretint non-seulement d'astronomie, mais aussy de littérature dont il avoit fait une bonne estude. Avant que de le quitter il me fit faire la promesse de ne point quitter l'Italie sans retourner le voir. Je quittay donc Florence pour de là me rendre à Sienne où je restay peu. De là j'allay à Rome, où je fus parfaitement accueilli de tous les scavans et principalement de monseigneur le cardinal Barberin, qui me présenta au saint père qui luy aussy me questionna beaucoup sur

chascun des scavans de France, et principalement des poëtes; car il se piquoit d'avoir certaines connoissances en cet art. il me donna plusieurs fois audience, ainsi que le cardinal Barberini qui m'admettoit à ses concerts. Ce fut là que j'entendis la fameuse musicienne Leonora. Je fus tellement charmé de ses chants et de sa beauté, que je n'ay pu m'empêcher de faire ses louanges dans un sonnet. Après un séjour assez long dans la capitale du monde chrétien, je m'en allay à Naples, où je fus parfaitement reçu aussi par les scavans. j'y fis connoissance du très illustre marquis de Villa, vieillard plein d'esprit, ingénieux et enthousiaste, qui avoit esté l'amy et l'admirateur du Tasse, et qui parloit de luy avec cette abondance de souvenirs que laisse ordinairement dans la mémoire l'intimité d'un homme illustre et malheureux. Je me sentis comme inspiré en escoutants les beaux récits de cet amy du Tasse : et il me retint plusieurs jours en sa villa où j'eus le tems de compulser plusieurs escrits de ce poëte infortuné. De Naples j'avois le dessein de me rendre en Sicile et en Grèce; mais ayant appris la triste nouvelle des troubles survenus dans ma patrie, cela arresta mes pérégrinations. Je résolus donc de quitter l'Italie, mais non pas sans revoir l'illustre Galilée. Je quittai Naples et me rendis à Florence par Rome et Milan. Je revis donc le très illustre Galilée. Je le retrouvay quelque peu changé, c'est à dire que la trop grande application qu'il avoit portée à l'estude des astres et de Saturne en particulier, luy avoit tellement fatigué la vue, qu'il fust obligé de suspendre cette estude, à son grand déplaisir, ainsy qu'il me l'avoua. Car, me dit-il, il y a du costé de Saturne des choses extraordinaires, qu'il avoit déja entrevu, mais qu'il ne pouvoit encore bien démontrer. C'estoit donc pour luy une grande privation de ne pouvoir plus se livrer à son estude favorite; car ses yeux s'estoient tellement affoiblis, qu'il ne voyoit plus le ciel. Aussy en estoit-il très affecté. Lorsque je le revis il s'occupoit à mettre de l'ordre dans ses papiers, c'est à dire à les classer par catégories pour les partager entre ses amis; car, ainsy quil me l'avoua, il prévoyoit quaprès sa mort, si ces papiers restoient entre les mains de ses ennemis ils courroient risque d'estre anéantis. Aussi prit-il des mesures pour éviter cette catastrophe; et bien lui en prit; car nous avons un tesmoignage du sort qui les attendoit. Mais je reviens à mon sujet. A mon retour à Florence je restay encore une quainzaine de jours en cette ville; et j'allay souvent, mesme presque chaque jour, présenter mes hommages au très illustre astronome qui m'invita plusieurs fois à partager son souper. Il y avoit parfois nombreuse société, composée soit d'amis, soit d'estrangers. Nostre hote y estoit on ne peut plus aimable : car malgré ses indispositions et toutes les vicissitudes qu'il a eu à supporter dans sa vie, sa gayeté ne fut jamais altérée. Je tiens mesme pour certain quil la conserva jusqu'à la fin de ses jours. Ce qui suppose en luy l'organisation la plus heureuse. Il estoit d'un temperamment sanguin, flegmatique et très robuste. Sa taille estoit ordinaire, et sa stature carrée. Les traits de sa figure annonçoient le calme de son esprit, supérieur aux revers de la fortune. Il estoit très éloquent, et ce ton d'éloquence le rendoit imposant dans ses entretiens. Mais ce qu'il y avoit surtout de remarquable en luy, c'est qu'il saisissoit de suite tout ce qu'il vouloit scavoir. Il avoit beaucoup de mémoire et d'imagination, et il avoit une abondante dose de littérature, et la meilleure. Non-seulement il connoissoit tous les anciens auteurs, mais il estoit aussi très familiarisé avec les modernes. Il estimoit beaucoup le Dante, Petrarque, Boccace, l'Arioste et le Tasse en littérature. Mais dans ses sciences ce fust Pythagore, Archimède, Anthemius qu'il estudioit. Pendant que j'estois avec luy il me montra une infinité de notes quil avoit extrait d'un manuscrit de ce dernier, sur les paradoxes de méchanique, lequel manuscrit se trouve au

Vatican. Ce manuscrit d'Anthemius n'a, à ce qu'il paroist, jamais vu la lumière, et il avoit dessein de luy donner le jour, ou du moins de le retirer de l'oubli où il sembloit estre enséveli. Mais je vois que je m'esloigne du sujet. Je disois donc à Vostre Majesté qu'à force d'observer les astres, la vue de Galilée s'estoit considérablement affoiblie depuis que je l'avois vu pour la première fois, c'est-à-dire dans l'espace de 1638 à la fin de 1639 où nous étions alors. Et toutefois, quoique ce fut pour luy une grande privation de ne pouvoir plus voir le ciel, néanmoins il trouvoit encore à se consoler dans l'estude des belles lettres. Il lisoit beaucoup, compulsoit, résolvoit mesme des problesmes nouveaux; et c'est alors enfin qu'il s'occupa de réunir ensemble une grande quantité de remarques faites et recueillies depuis longtemps, touchant divers auteurs et divers ouvrages. Il se remit donc de nouveau à lestude de la littérature et des beaux arts, qui avoit fait le charme de sa jeunesse. Il faisoit des vers, composoit des canevas de comédies, et faisoit des commentaires sur Dante, l'Arioste et le Tasse. Telles estoient ses occupations alors que je le quittay; et ce fut à mon grand regret que je quittay un homme si affable, si aimable, et qui estoit doué de cette faculté qui anime et embellit les pensées les plus sévères et les plus difficiles à bien exprimer; cet homme enfin qu'on peut considérer comme ayant esté un des plus vastes génies du monde. En le quittant il me chargea de remettre à ses amis de France un bon nombre de lettres. Je fus mesme chargé de remettre à messieurs Rotrou, Pascal et à mademoiselle de Gournay, de petits paquets qui devoient renfermer des documents. Mais je m'arreste. Ce récit est assez long et je serois heureux s'il peut estre agréable à Vostre Majesté. Je suis, sire, de Vostre Majesté le très-humble et très obéissant serviteur. John Milton.

Lettre de Louis XIV à Milton.

Monsieur Milton, vostre lettre par laquelle vous me faites le récit de vostre voyage en Italie et particulierement de vos entretiens avec le très illustre Galilée, m'a fait grand plaisir, daignez le croire. Veuillez donc en agréer ma reconnaissance, car je vous assure que cette lettre est pour moy un objet fort précieux.

Vous me mandez par cette mesme lettre avoir entretenu des relations depuis vostre retour avec le très illustre scavant florentin, et cela jusqu'à la fin de son existence. Serais-je indiscret en vous demandant communication de ces lettres, sinon les originales au moins des copies fidèles. Un de mes bons serviteurs qui est en ce moment en Angleterre pourra se charger de cette mission, si vous le permettez. Veuillez donc me répondre à ce sujet, et ce sera me faire grand plaisir, car comme déjà je vous l'ay mandé l'estime et la considération que j'ay pour tout ce qui émane de l'Illustre Galilée qui fut le flambeau du monde me donne l'ardent désir de connoistre et mesme de posséder tout ce qu'il a escrit. Sur ce je prie Dieu de vous avoir, Monsieur Milton, en ses bonnes graces. Louis.

Ce 2 septembre.

Lettres de Milton à Voiture.

Ce 3 may

Monsieur,

Lors de mon séjour à Paris, je me rappelle que vous me dites avoir un bon nombre de lettres du célèbre Galilée, d'illustre mémoire, qui non-seulement estoit scavant en toutes

sciences, mais qui estoit aussy très lettré et qui possédoit à fonds la littérature italienne, en ayant fait une estude particulière. Ce scavant escrivoit beaucoup et presque continuellement, comme vous le scavez puisque vous l'avez visité en sa maisonnette d'Arcetri. Il vous a sans nul doute fait connoistre ses escrits et les nombreux matériaux pouvant servir à l'histoire des lettres qu'il avait recueillis et assemblés. Pourriez-vous scavoir ce que sont devenus ces précieux documents; car je scais qu'il appréhendoit pour eux quand il seroit (mort?), et qu'il avoit intention de les mettre entre des mains sures qui prendroient soin de leur conservation : et c'est sans doute pas entre les mains de ses compatriotes qu'il les auroit placés, car je scay qu'il n'avoit guères confiance en eux. Et il avoit sans doute raison, car si quelqu'un a été lapidé en sa vie, c'est Galilée. Et par qui? par ses compatriotes mesmes. Je n'en dis rien plus, répondez moy, je prie vous; et suis, monsieur, vostre bien affectionné.

A monsieur Voiture. JOHN MILTON.

Ce 29 may.

Je vous mandois, monsieur, dans une précédente lettre, que j'estois fort estonné des persécutions et humiliations de toute sorte qu'on avoit fait supporter au très célèbre Galilée pendant sa vie, et des moyens qu'on cherche, maintenant qu'il n'est plus, pour ensevelir sa mémoire avec ses cendres. Et ce qui a lieu de surprendre, c'est que ce sont précisément les italiens ses compatriotes qui en agissent ainsy envers luy : eux qui au contraire devroient être fiers que leur nation ait produit un si grand génie. Aucun d'eux n'a seulement daigné faire son apologie; et chascun cherche à s'emparer de ses découvertes scientifiques et de ses travaux littéraires pour se les approprier, monsieur Toricelli entr'autres. C'est une chose vrayement inconcevable; ses pressentimens n'estoient pas trompeurs. Et qu'il a bien fait de disposer de ses papiers et de les mettre en sureté des lapidations! Et chose étrange, je me demande pourquoy on a cherché à le lapider et le persécuter; et pourquoy aussy on a voulu qu'il perdit la lumière par punition du très haut, parce qu'il avoit voulu pénétrer trop avant dans les mystères de la création. Et ce que je trouve estrange, c'est que messieurs Torricelli, Viviani et autres encore, qui scavent le contraire, c'est-à-dire qui scavent parfaitement que la cécité ne fut complette que les derniers mois de son existence, laissent propager de pareilles erreurs : et on diroit mesme qu'ils se plaisent à les accréditer. Sans doute qu'ils auront été gagnés par les ennemis de ce grand génie. Je suis, monsieur, vostre bien affectionné.

A monsieur Voiture. J. MILTON.

Lettres de Milton à Molière.

Ce 30 mars.

Monsieur,

Je suis bien aise vous scavoir en possession tous les papiers de feu M. Rotrou. Cestoit un homme de grand mérite et cest avec raison qu'on l'a surnommé le père de l'art dramatique. Or par ce moyen vous estes aussy devenu possesseur d'un bon nombre d'escrits du très illustre Galilée. Car je scay que non seulement ils ont entretenu ensemble un commerce de lettres, mais je scay aussy que ce dernier prévoyant sa fin arriver et craignant pour le sort de ses escrits, en envoya la plus grande partie à ses amis de France, au nombre desquels estoit monsieur Rotrou. C'etoit un grand génie que ce florentin, comme vous n'en pouvez douter, et

qui estoit versé dans presque toutes les connoissances humaines : et je ne puis m'expliquer pourquoy ses compatriotes n'ont pas sceu luy rendre justice, et le méconnoissent encore au point de ne vouloir qu'on divulgue certaines particularités de sa vie, et de souffrir qu'on lapide ses escrits. Il le prévoyoit bien luy qui avoit la science infuse; aussi a-t-il pris des mesures en consequence. Mais ceux qui furent ses plus grands, je veux dire ses plus puissans ennemis sont les jésuites, parcequils ont craint sa méthode d'enseigner qui leur enlevoit la prédominence. Aussi ont-ils toujours cherché à le persécuter par tous les moyens. D'abord ils ont cherché a lui ravir la gloire de ses découvertes. Voyant quils ne pouvoient en venir a bout, ils l'ont dénoncé au Saint-Office comme athée, et pourtant il ne l'étoit pas, j'en suis convaincu; ensuite, voyant que le tribunal de l'Inquisition ne l'avoit pas condamné assez rigoureusement selon eux, ils ont cherché à lui nuire dans l'esprit du monde vulgaire en se servant de la superstition, disant qu'il était maudit de Dieu, qui lui avoit enlevé la lumière par punition. De cecy il n'en fut rien. Certes que sur la fin de sa vie il a eu les (yeux) foibles, comme cela arrive a tous les vieillards, mais il n'a jamais cessé de voir, si ce n'est au firmament, je men fais juge. Je ne vous diray rien davantage par cette lettre, si ce n'est de vous assurer de mon estime. Je suis de vous, Monsieur, le très humble, très dévoué et très affectionné serviteur.

JOHN MILTON.

A monsieur Molière.

Ce 24 juin.

Monsieur, je crois vous avoir dit que les jésuites ont esté et sont peut estre encore les plus grands ennemis de Galilée, et qu'ayant veu quils ne pouvoient luy dérober sa gloire en s'emparant de ses plus belles découvertes, ils l'avoient dénoncé au Saint-office; et que, voyant ne pouvoir encore arriver à leurs desseins par ce moyen, ils se servirent de la superstition en faisant croire au vulgaire qu'il estoit maudit de Dieu, et que, pour punition icy bas, il luy avoit ravy la lumière. Or ceux qui entendoient ces faux discours et qui ne voyoient point Galilée en personne y crurent; de manière que toutes ces machinations qui n'estoient que l'œuvre des jésuites, s'estant propagées, maintes gens ont fini par le croire. Et pourtant, comme je l'ay dit, il n'en est rien. Lorsque je vis Galilée en 1639, je passay plusieurs semaines près de luy. J'allay le voir très souvent, et toujours je le trouvay travaillant, escrivant ou lisant. Et se plaisoit mesme à nous faire luy-mesme la lecture de certaines pièces de poésies de sa façon. Il est vray, comme je vous l'ay dit, que ses yeux s'estoient affoiblis, ainsi que cela arrive à tous les vieillards. Mais il n'estoit point privé de la lumière, comme on a voulu le faire croire. Il en estoit privé *ouy* pour ses observations astronomiques, mais *non* pour lire, escrire et se promener. Il se rendoit mesme souvent d'Arcetri à Florence, seul à pied. Je puis vous assurer ce fait, et je ne puis m'expliquer en quel but on s'est plu, et on se plaist encore à propager telles faussetés. Je tiens de luy quelques escrits fort précieux, et j'ay aussi des lettres que je conserve comme souvenirs qui me sont chers. Je ne vous dis rien davantage par cette lettre. Je suis, Monsieur, de vous le très humble et très obéissant serviteur.

JOHN MILTON.

A monsieur Molière.

Lettres de Louis XIV à Cassini.

Mardy.

Monsieur, j'ay appris qu'un certain J. D. P. M. avoit fait un discours par lequel il interprete mal les sentimens de monsieur Descartes, selon moy, et par lequel il attribue aussy

à des auteurs modernes des découvertes qui déjà sont connues depuis longtemps, ainsy que j'en ai des preuves certaines par des escrits et aussy par des récits qui m'ont esté faits. Or donc je voudrois voir réfuter cet auteur qui veut se mesler de parler de choses desquels il est mal informé, et ne pas dire que les quatre estoiles de Jupiter et les deux de Saturne sont de nouvelles découvertes, qu'il veut attribuer à M. Huygens. Je vous donneray quelques observations à ce sujet; car je n'entens pas qu'on enlève à Galilée ce qui lui appartient. Il faut rendre à César ce qui appartient à César. Vous trouverez donc ci-joint mes observations à ce sujet. Sur ce je prie Dieu vous avoir en ses graces. Louis.

A monsieur Cassini.

Monsieur Cassini, je tiens à vostre disposition non-seulement les lettres escrites par le feu Roi mon père au Cardinal Bentivoglio touchant les persécutions de Galilée, mais encore quelques-unes des réponses de ce Cardinal au feu Roi. Je ne serois pas fasché quelles soient citées dans la vie de Galilée que je vous ay prié d'escrire. Quand à ce qui est du petit résumé de toutes les lettres, que j'ay fait touchant ce grand astronome, et que je vous ay remis, ce n'est, comme vous avez du le remarquer, qu'une analyse ou des extraits des diverses lettres que j'ay recueillies. Je n'ay point eu soin de marquer au fur et à mesure de qui estoient ces lettres. C'est un tort que j'ay eu, car la probité veut qu'on avertisse d'où lon tient ce qui n'est pas de son cru : mais enfin aujourd'huy cela me seroit impossible, aussy vous ferez usage de mon manuscrit comme vous l'entendrez. Je tiens mesme à n'estre pas cité dans la vie de Galilée, que je vous ay prié d'escrire. Faites comme si toutes ces recherches venoient de vous, et faites les citations que vous jugerez à propos, car selon moy, il est toujours bien d'en faire. Les citations entretiennent l'emulation. Les sciences languissent quand dans un grand nombre de sentimens rapportés tout de suite, on ne scait pas qui a bien ou mal pensé. Messieurs Vossius, Estienne, du Cange, Bayle, Menage et autres compilateurs ont cité régulièrement : les éditeurs du *Journal de Trevoux* l'ont aussy fait; et ce n'est qu'à ce prix qu'il devroit estre permis de prendre dans les ouvrages d'autruy. Mais il me semble qu'aujourd'huy cette formalité se perd. Non-seulement cela me semble, mais cela est; car nous en avons maintes preuves : et entre nous, la manière dont en a agi M. Newton vis-à-vis de MM. Descartes et Pascal en est un tesmoignage. Mais, ne parlons plus de cette affaire, puisque nous avons promis de la laisser dans l'oubli. Quoiqu'il en soit, faut convenir que les sentimens ont bien changé. Sur ce, Monsieur Cassini, je prie Dieu vous avoir en ses grâces. Ce 22 mars.

Louis.

Vendredy.

Monsieur Cassini, en vous priant de faire une Notice sur la vie et les ouvrages du très illustre Galilée, et en vous fournissant tous les matériaux et partant les moyens de faire cette Notice, je la désirois ample et détaillée, parce que je trouve que ceux qui en ont parlé jusqu'à présent ne l'ont pas fait d'une manière satisfaisante. Or donc je veux bien vous dire que la Notice que vous m'avez remis, quoique parfaitement escrite et dans l'esprit que je désirois, à part quelques omissions, ne le fait pas cependant assez connoistre. Un homme comme Galilée, qui a esclairé le monde d'un éclat si brillant, a droit à estre mieux connu de la postérité. Et si de son temps on a cherché à enterrer sa gloire avec ses cendres, je désirerois moy le faire renoistre, car il faut rendre à César ce qui appartient à César. Or donc je vous prie

de recommencer cette Notice, et d'y ajouter plus de détails. Car dans la vie d'un tel homme, rien n'est à dédaigner, tout doit estre connu. Revenez donc me voir, et nous en causerons ensemble. Quoiqu'il en soit, je vous félicite de la Notice que vous m'avez envoyé, et la conserve pensant bien que vous en avez une autre copie. Je vous attends donc demain, ou apprès demain. Ce attendant, je prie Dieu vous avoir en ses bonnes grâces. Ce 22 juillet.

Louis.

A monsieur Cassini.

Notice de Louis XIV sur Galilée.

NOTICE TOUCHANT LE TRÈS ILLUSTRE GALILÉE.

Au commencement de l'année 1642, c'est à dire le 9 janvier d'icelle année, arriva la mort du très illustre Galilée. Ce fust un vray sujet d'affliction pour tous les amateurs des sciences; et cette perte fust encore bien plus sensible en France que partout ailleurs, à en juger par ses divers escrits qui me sont parvenus. Du reste il y a longtemps qu'on se plaint que ses compatriotes y ont esté moins sensibles, et qu'ils n'ont pas pris soin mesme, avec toute la déférence convenable, de faire connoistre les principales actions de sa vie. Il le méritoit pourtant autant et plus que beaucoup d'autres italiens qui ont eu des historiens particuliers, parcequ'ils ont eu des amis jaloux de leur gloire, tandis que Galilée n'a eu pour ainsy dire dans sa patrie que des ennemis jaloux de la sienne. Les seuls qui en aient parlé sont messieurs Viviani et Lorenzo Crasso, mais en si peu de mots qu'on diroit qu'il n'y a rien à dire contre ce grand génie dont la vie pourtant a esté si longue et si occupée, et qui a tant escrit sur toutes sortes de choses, à en juger par les escrits qui me sont parvenus et que j'ay fait rechercher avec soins. Car tout ce qui émane d'un tel génie doit estre respecté. Malheureusement il n'en a pas esté ainsy à son égard. Car plusieurs de ses escrits qui estoient restés entre les mains de sa maistresse et aussy deux de ses neveux, sont perdus pour la postérité. Quoi qu'il en soit je m'estime heureux d'en avoir retiré des mains des spoliateurs et des profanateurs une bonne quantité, dans l'espoir qu'un jour viendra où quelque personne bien inspirée, admirateur de ce grand génie, les feroit connoistre au public dans l'interest des connoîssances humaines, car comme déjà je l'ay dit, tout ce que la plume d'un si grand génie a tracé doit être considéré comme chose divine.

Galilée escrivoit aussy élégamment que Platon, et il eut presque toujours sur le philosophe grec l'advantage de ne dire que des choses certaines et intelligibles. A un savoir très estendu il joignoit la clarté et la profondeur, deux qualités qui forment le caractère de l'homme de génie. Il cultivoit non seulement les sciences abstraites mais aussy tous les arts agréables et les lettres. Tous les meilleures poetes de sa nation lui estoient familiers. Il scavoit de mémoire tous les plus beaux morceaux de l'Arioste et du Tasse, et il avoit fait une estude toute particulière non-seulement de ces deux autheurs, mais aussy de Dante, de Petrarque et autres illustres Italiens, et se plaisoit à rechercher et recueillir leurs escrits qui seraient restés dans la poussière de l'oubli, à en juger par les nombreux documens qu'il avait assemblés, et qu'il distribua quelque temps avant sa mort entre ses amis. Heureusement qu'un bon nombre de ces précieux documens ont passé en france.

J'ay dit que Galilée cultivoit tous les arts agréables : il aimoit beaucoup l'architecture et

la peinture, et il dessinoit assez bien. L'agriculture avoit aussy des charmes pour luy; c'estoit avec l'estude des lettres son passetemps sur la fin de sa carrière. Car ayant perdu entièrement un oeil, et l'autre n'estant pas très bon, il avoit esté forcé de renoncer à l'estude des astres. Ce qui devoit estre pour luy une grande privation; car cette estude estoit son élément. C'est par ses découvertes astronomiques qu'il s'est rendu immortel : et c'est par la constance et la trop grande application à cette estude qu'il perdit ses yeux qui avoient découvert un nouveau ciel. Galilée escrivoit en latin, en italien et en françois, mais la plupart de ses ouvrages connus du public sont ceux escrits en latin et en italien; sans doute parce que les premiers sont escrits dans le langage des scavans, et que les autres le sont dans la langue naturelle et imprimés dans sa patrie. Quant à ses escrits en françois, presque tous venus en France sont encore inédits selon toute apparence : car nous ne connoissons que son traité de la méchanique publié par le R. P. Mersenne qui soit en françois. Mais la translation en cette langue en fut faite par Galilée luy mesme, ainsy qu'il appert d'un manuscrit original escrit entièrement de sa main, et portant seulement des corrections, assez nombreuses il est vray, du père Mersenne.

Tous les ouvrages de Galilée annoncent un homme, je veux dire un génie capable de changer la fasce de la philosophie, et de faire gouster ses changemens non-seulement par la force de la vérité mais par les agrémens que son imagination scavoit luy prester. Considéré comme philosophe il fut supérieur à son temps et surtout à son pays. Si cette supériorité luy inspira une présomption qui fut en partie la source des inquiétudes qu'il éprouva pendant sa vie, elle a esté le principe de sa gloire. On doit aussy le considérer comme un des pères de la physique nouvelle. On prétend qu'il puisa une partie de ses idées dans Leucippe : il a pu connoistre cet autheur; je crois mesme qu'il en parle dans une de ses lettres, mais cela n'oste rien à son mérite.

Galilée estoit fort sensible à l'amitié, et il scavoit l'inspirer. On en peut juger par l'attachement que monsieur Viviani luy conserve. Ce dernier resta trois ans avec luy, depuis l'âge de dix-sept ans jusqu'à vingt. Heureusement né pour les sciences et plein de cette vigueur d'esprit que donne la première jeunesse, il ne faut pas estre étonné s'il a si bien scu mettre à profit les leçons d'un si excellent maistre. Nous scavons quelle tendresse il a pour luy, et je me plaist à l'en féliciter. Or donc dès que Galilée scavoit exciter une telle sensibilité dans le cœur de ses disciples, il falloit qu'il eust toutes les qualités qu'exige l'amitié. On peut dire que Galilée eut dès son enfance une si forte passion pour les mathématiques qu'il comprit Euclide par la force de son propre génie; et son inclination le porta à estudier les ouvrages de tous les mathématiciens les plus estimés, et il fit de si grands progrès en cette science qu'après avoir estudié la nature quelque temps à Venise et professé, il fut en 1592 fait professeur de mathématiques à Padoue, et y prononça la harangue inaugurale le sept décembre de ladite année, et y occupa ce poste jusqu'en 1611, que Cosme II, grand duc de Toscane, ayant été instruit de son mérite, l'appela pour estre professeur à Pise en luy assignant de gros appointements, avec la qualification de son premier mathématicien, et l'emmena ensuite à Florence, avec le titre de premier philosophe et de premier mathématicien de son altesse.

Estant à Venise il apprit qu'on avoit inventé en Hollande une lunette qui rapprochoit de beaucoup les objets. Sans avoir vu cet instrument il se mit à méditer pour tascher de s'en faire une idée, et de la manière dont il pouvoit se faire : et du fruit de ses méditations fut l'invention du télescope, par le moyen duquel il fit de si importantes découvertes dans le ciel.

Ce fut au moyen de cet instrument qu'il découvrit la superficie de la lune, et qu'il reconnut qu'elle n'est pas unie mais remplie d'éminences et de cavités. Et aydé de cet instrument il vit le premier plusieurs estoiles inconnues jusqu'alors, le croissant de l'astre de Vénus, les quatre satellistes de Jupiter, les tasches du Soleil, l'anneau de Saturne et un de ses satellistes, Uranus, nom qu'il donna à un nouvel astre qu'il ne put bien définir cependant, parce qu'il fit cette découverte sur la fin de sa carrière et peu de temps avant que sa vue s'affoiblie, ainsy qu'il appert de plusieurs de ses lettres. Il observa aussy un nouveau mouvement de trépidation; il démontra un changement de grandeur sensible dans les diamètres apparens de Vénus et de Mars : chose très-importante dans le système de Copernic qu'il embrassa. Mais son opinion sur le mouvement de la terre, l'exposa par deux fois aux plus sévéres censures des inquisiteurs qui le forcèrent de se rétracter. Car il fut cité à Rome à comparoistre devant le Saint-Office et accusé d'hérésie, comme soutenant des propositions contraires aux Saintes Écritures. Je ne veux point entrer icy dans les détails de ces inculpations. Je diray seulement qu'il fut entièrement absous en 1634. Mais l'édition d'un de ses ouvrages sur le système du monde fust bruslée à Rome. Malgré sa condamnation Galilée n'en continua pas moins ses scavantes recherches sur la nature. Il fit dans la retraite où le Saint Père luy avait permis de se tenir près de Florence, deux nouveaux ouvrages sur le mouvement de la résistance des solides, et de nouvelles observations sur l'astronomie, qui sont descrites dans ses escrits manuscrits. Mais son application à faire continuellement des observations, et la fraicheur des nuits lui affoiblirent extrêmement la vue, au point qu'il perdit entièrement un œil, et que l'autre l'abandonna aussy quelques mois avant de sa mort, après une opération qui luy fut fatale. Il supportoit ces malheurs avec une constance vrayment philosophique, se divertissant à méditer sur les choses qu'il ne pouvoit plus voir : et après avoir languy trois mois ou environ, il mourut, comme je l'ay dit, le 8 ou le 9 janvier 1642 à Arcetri près de Florence, agé de près de 78 ans. Des personnes qui l'ont vu et connu particulièrement, le Révérend père Boulliau entr'autres, m'ont assuré qu'il estoit de petite taille, mais qu'il avoit l'air vénérable, et qu'il estoit d'une constitution robuste, et que sa conversation estoit agréable et enjouée. Tel fut le très illustre Galilée.

Louis.

Notice sur Galilée et ses œuvres; par Cassini.

Le scavant Keppler qui connut Galilée, qui avec luy eut des relations assez suivies et qui scut apprécier son mérite, a dit de luy : quil montoit sur les plus hautes murailles de l'univers, et qu'il découvroit tout depuis le commencement d'une chose jusqu'à la fin. Cela est vray : et avec le secours de la géométrie il pénétra les secrets les plus cachés de la nature, et il créa pour ainsy dire une nouvelle connoissance du monde.

Sans Galilée nous n'aurions peut estre jamais eu la philosophie expérimentale. Et il est certain que ses compatriotes, c'est à grand regret que je le dis, il est certain, dis-je, que les Italiens n'ont pas fait de Galilée le cas qu'il meritoit.

Si toutes les inventions produites par le génie de l'illustre Galilée et réunies ensemble surpassent de beaucoup celles de ses successeurs, la flexibilité, la fécondité, l'étendue et mesme l'industrie de son imagination le mettent bien au dessus de ceux qui l'ont précédé. Il scavoit traiter les choses les plus abstraites avec un style agréable et enjoué. Mais cela ne doit pas

étonner le moins du monde; car autant il aimoit la philosophie, autant l'éloquence et la poésie luy plaisoient. Il possédoit à fond les auteurs latins. Virgile, Ovide, Horace, Senèque luy estoient familiers : il en scavoit la plus grande partie par cœur. Les écrivains Italiens ne luy avoient point échappé; et jamais sa mémoire ne le trahit dans ses citations de Petrarque ou de Barni, etc. Il récitoit souvent le poème de l'Arioste dont il faisoit ses délices et luy appliquoit ces vers du Dante:

Io non lo lessi tante volte ancora,
Ch' io non trovassi in lui nuova bellezzà.

Ce qui veut dire : « Je ne le relis jamais, que je n'y découvre de nouvelles beautés. »

J'ay dit que Galilée récitoit souvent le poème de l'Arioste, dont il faisoit ses délices. Il comparoit ce poème à une vaste melonière, et celuy du Tasse à une orangerie. Il faut, disoit-il, se promener longtemps dans une melonière pour y trouver un fruit excellent; mais qu'on est bien dédommagé de ses peines, lorsquil se rencontre un bon melon! dans une orangerie tous les fruits sont à peu près égaux, il suffit de s'arreter au premier arbre pour y cueillir une orange telle qu'on la désire.

Cet illustre philosophe florentin avoit aussy étudié avec soin le tour et la manière des dialogues de Platon. Il connaissoit encore parfaitement la théorie de la musique, et se plaisoit beaucoup à la peinture. Il avoit un gout excellent pour l'architecture et les autres arts assujettis au dessin. Enfin il possédoit presque toutes les connaissances. Après cela faut il s'étonner si un scavoir si étendu luy a fait répandre tant d'agrement dans tout ce quil a escrit.

Galilée considéroit la nature comme un livre rempli de figures géométriques, de triangles, de cercles, de sphères et de cylindres. Ce principe luy estoit commun avec Pythagore et Platon. Le cardinal de Cusa l'employa quelquefois dans la théologie, mais il n'y eut personne qui l'appliqua avec plus de justesse que Galilée à la théorie des mouvemens, dans lesquels il trouva les regles des mouvements uniformes et des mouvements uniformément accélérés, des projections et des oscillations des pendules.

Mais les plus grands services que Galilée ait rendu aux connoissances humaines, c'est dans la partie des sciences abstraites. Il fut le père des mathématiques et de la nouvelle physique. Ce fust luy qui estendit le règne de la philosophie naturelle et l'estude de la physique par nombre d'observations astronomiques et un calcul géométrique appliqué à la méchanique. Enfin il fut le premier qui traita de toutes les plus hautes sciences, si je puis m'expliquer ainsy, et que ceux qui sont venus après ont suivi et suivent encore en employant ses lumières pour pénétrer dans les plus intimes secrets de la metaphysique et de la plus profonde géometrie. J'ose dire sans crainte de me tromper que c'est à l'Illustre Galilée que l'Italie est redevable des Torricelli, des Cavalieri, des Gregorio da S. Vincenzo, des Borelli, des Viviani, etc. C'est à luy que les autres nations doivent les Hariot, les Bacon, les Fermat, les Gassendi, les Huygens, les Leibnitz et les Newton, quoique ce dernier n'ait pas daigné le reconnoistre. Cependant cela est si vray que Leibnitz luy mesme n'a point fait difficulté de l'avouer dans les Actes des scavants de 1684 page 319. Après un pareil temoignage on peut certainement dire que la lecture des ouvrages de ce grand génie devroit faire les délices de quiconque aime la vérité, et que l'on y puiseroit toujours de plus grandes lumières qui malgré les plus grandes lumières serviroient à éclairer l'esprit humain, et qu'enfin les ouvrages de Galilée seront toujours estimés, tant que la vérité aura quelque crédit dans l'univers.

J'ay dit que c'est à Galilée que les nations estoient redevables des Hariot, des Bacon, des Fermat, des Gassendi, des Huygens, des Leibnitz et des Newton. On doit remarquer que je ne cite point Descartes et Pascal; c'est que ces deux derniers, comtemporains de Galilée, furent comme luy des génies créateurs et par conséquent ses émules et non ses disciples. Mais revenons à Galilée. Cependant malgré le mérite supérieur de ce grand genie il semble, comme l'a très bien remarqué un très haut et très illustre prince, qui sait apprecier les hommes comme les choses, il n'est pas nécessaire que je le nomme, il semble, dis je, qu'il y ait eu un mauvais génie acharné à le poursuivre pendant tout le cours de sa vie, et, ce qu'il y a de plus étonnant, mesme après sa mort. Personne n'ignore combien il a eu de travers, combien il a eu à combattre avec les envieux, les jaloux. Tout le monde s'étoit, pour ainsy dire, ligué pour lui enlever la gloire de ses plus belles découvertes, de ses plus belles inventions. On aurait mesme voulu ensévelir son nom avec ses cendres. Viviani, luy mesme, le disciple le plus ardent et le plus cheri de Galilée, qui est celuy qui l'a le mieux connu, n'a mesme pas osé dire la vérité à legard de son cher maistre. Il s'est vu mesme contraint, ainsy qu'il me la avoué, de cacher les escrits qui lui ont été delaissé par celuy-ci, afin de les soustraire à la destruction. Et ce qu'il escrit de la vîe de Galilée sur les instances du Cardinal de Medicis, n'est qu'un abrégé très suscinct, très prolixe. On diroit que la destinée de Galilée a prévalu. Sa véritable vie, jusqu'à présent est encore inconnue du vulgaire: elle est encore ensevelie dans les ténèbres. Essayons de l'en retirer par des temoignages authentiques, qu'un illustre prince équitable et admirateur de tout ce qui part des nobles sentimens du cœur, nous a confié : car il ne peut souffrir qu'un génie aussy rare soit aussy dédaigné.

Nous avons dit que Kepler a escrit, parlant de Galilée, qu'il montoit sur les plus hautes murailles de l'univers et qu'il découvroit tout depuis le commencement d'une chose jusqu'à la fin. Hugues Grotius dit que ses ouvrages surpassoient les forces humaines. monsieur ... reconnoit que c'est un grand homme. M^r^ Leibniz et M^r^ Jean Bernoulli le reconnoissent aussy pour le génie le plus clairvoyant. Je partage tous ces sentimens; et de plus je reconnois que non-seulement il fut assez clairvoyant pour découvrir les loix de la chute des corps pesans, par lesquelles il a expliqué le grand système de l'univers que M^r^ Newton a mis au jour. Mais il acquit par l'invention et la perfection de ses instrumens merveilleux, un nouveau monde à la philosophie. Et non content de la simple gloire d'avoir fait tant de nouvelles et précieuses découvertes, il y joignit celle d'en tirer les plus grands avantages pour le genre humain. Le ciel entier sembloit offrir à Galilée de nouveaux phénomènes à ses yeux. Le firmament sembloit s'accroistre, et la terre sembloit se peupler de nouveaux habitans. Par exemple, la voie lactée luy parut formée d'une quantité innombrable de très petites étoiles : et il en compta plus de quarante dans le seul groupe des pleyades, et plus de cinq cents dans la constellation d'Orion. La seule nébuleuse d'Orion luy parut composée de 22 étoiles fort petites et très près les unes des autres : celle du Cancer d'environ quarante. Il vit aussy les quatre satellites de Jupiter, découvrit les taches du soleil, les phases de Vénus et de Mars : et il observa non seulement certaines apparences dans Saturne, mais reconnut que cette planète estoit entourée d'un anneau; et de plus, d'après certaines lettres de luy, il crut remarquer que cette planete avoit sinon deux satellites, au moins un. Il ne put bien le démontrer; car c'est alors que sa vue s'affoiblit et qu'il en fut entièrement privé pour faire de nouvelles observations astronomiques. Mais il ne s'étoit pas trompé, nous en avons eu depuis la certitude.

J'ay dit que Galilée avoit découvert les quatre satellites de Jupiter; il démontra cette découverte d'une manière indubitable; nous devons le luy reconnoistre. Ce fut en 1610 qu'il fit cette découverte. Après un travail de trois années sur cette matière, il en commença la théorie, et jusqu'au commencement de 1613 il osa prédire toutes les configurations de ces satellites pendant deux mois consécutifs. Il imagina mesme ensuite, comme nous le dirons, d'en faire usage pour le problesme des longitudes.

Je me permettrai de rapporter ici une hypothèse du parallélisme des cercles des satellites de Jupiter.

Galilée après avoir observé pendant plusieurs années les satellites de Jupiter avec toute l'attention que méritoit une si belle et si utile découverte, qu'il avoit faite le premier, proposa une hypothèse de la situation de leurs cercles, qui par sa beauté et simplicité méritoit d'estre préférée à toute autre. Cette hypothèse est proposée dans son livre intitulé *il saggiatore*. Il paroit par cet endroit auquel j'engage à se reporter, que Galilée n'entend pas la moitié supérieure d'un cercle, celle qui est plus esloignée de la terre, et par l'inférieure celle qui en est plus proche : et comme ces deux moitiées sont séparées par la ligne qui passe par le centre de Jupiter perpendiculaire à nostre rayon visuel il paroit aussy que les déclinaisons dont il parle se prennent du cercle représenté par cette ligne allant du costé du midi et du coté du septentrion. Ces déclinaisons sont celles que nous appelons latitudes propres des satellites vues de la terre. Soit que cette hypothèse soit vraye ou quelle soit fausse, il est important d'en considérer les suites, non seulement pour pouvoir examiner si elle s'accorde avec les observations, mais aussy parcequ'elle peut servir de moyen pour trouver la véritable hypothèse, quand mesme elle ne seroit pas la véritable. Car on peut toujours tirer par le centre de Jupiter et des orbes de ses satellites un cercle parallèle à l'écliptique, qui est le cercle du ciel le plus conuu dans l'astronomie, à cause du mouvement annuel qui se fait sur le cercle : et on peut considérer les apparences qu'il doit faire en divers tems, selon le mouvement de Jupiter par le zodiaque, et voir si les satellites le suivent ou s'ils s'en esloignent d'un costé ou d'autre, et de combien ; ce qui servira à connoistre le véritable cercle de chaque satellite, et comment il se rapporte à ce cercle parallèle à l'écliptique.

J'ai cru pouvoir faire cette remarque sans prétendre nuire à l'hypothèse proposée par Galilée. C'est que nous avons reconnu que dans les observations que Galilée fit le 20 Janvier 1610 à trois différentes heures, il y avait deux satellites dans la partie supérieure qui avoient une latitude boréale : un dans la partie inférieure, qui avoit une latitude australe, et un qui estoit comme stationnaire.

Galilée n'observoit si attentivement le ciel, que parcequ'il méditoit depuis longtemps un projet dont la navigation et la société pouvoit tirer un très grand avantage. Toutes les observations qu'il fit sur les estoiles médicées, autrement dit sur les satellites de Jupiter, que cela luy donna lieu de préparer un grand travail pour déterminer le point de la longitude qui jusqu'alors avoit esté inconnu, et qui mesme ne l'est que trop encore actuellement. Il avoit prié le grand duc de Toscane, Come de Médicis, son protecteur, d'escrire au roy d'Espagne que sous sa direction, je veux dire sous sa protection, il s'engageoit de régler la longitude et de la réduire comme il avoit fait de la latitude. Quoique ce prince eût promis de grandes récompenses à qui pourroit trouver cette solution, la lenteur et l'irrésolution, qualités inhérente à cette Cour, firent traisner l'affaire pendant plusieurs années, et à la fin la laissèrent tomber. C'est donc à la négligence de ce prince qu'il faut attribuer la privation où nous sommes en-

core des règles de la longitude; car certes puisque Galilée s'estoit proposé de diriger cette affaire, c'est qu'il se sentoit en estat de la mener à bonne fin. Les choses en restèrent là jusqu'en 1636 que Galilée, qui toujours nourrissoit ce grand projet, en proposa la solution aux Estats de Hollande, qui gousta cette proposition; et pour l'estime que cette république de Galilée dont la réputation estoit universelle, luy envoya un riche collier d'or accompagné d'une lettre remplie d'expressions les plus flatteuses. Mais Galilée, homme plein de délicatesse, ne voulut pas accepter le présent avant de l'avoir mérité : Il se remit donc sans retarder ni sans désemparer à revoir son travail et à le perfectionner. Il dressa ses tables : et ce fust alors qu'il fust sur le point de mettre à exécution son ancien projet; et ce fut alors aussy qu'il pensa appliquer le pendule à l'horloge. Mais tandis qu'il travailloit à ces projets, et qu'il repettoit ses observations sur les satellites de Jupiter, sa vue s'affoiblit au point qu'il ne pouvoit plus appercevoir le ciel. Il confia donc à un de ses élèves tout ce qui concernoit l'affaire des longitudes. Cet élève estoit le père dom Renieri, qui, du consentement de Galilée, devoit passer en Hollande aussitot le travail terminé pour cette affaire des longitudes et y porter avec luy les tables des éphémérides des estoiles Medicées. Mais ce travail n'étoit pas encore entièrement achevé lorsque Galilée mourut. Ainsy donc ce projet en reste là, c'est à dire que le père Renieri eut bien, plus tard, la pensée de publier les éphémérides avec les tables et les calculs sur les constitutions des satellites medicées. redigés sur les principes et les préceptes que Galilée luy mesme avait donné, et qu'il devoit à une étude profonde et à de longues veilles. Mais il mourut aussy quoique encore jeune, et ses escrits et ses travaux sur l'affaire en question, comme ceux de Galilée son maistre, sont restés abandonnés. Mais revenons a nostre sujet et à ses découvertes et inventions.

Quoi qu'on en ait dit, nous devons reconnoistre que le télescope, cet instrument si utile en astronomie, ne doit point son origine à Galilée, mais sa plus grande perfection. Galilée en convient luy-mesme. Un hollandois nommé Jacques Metius fut celuy qui vers l'an 1609 parvint à fabriquer des verres, tels qu'on pouvoit par leur moyen agrandir et approcher les objets. Dès que Galilée, qui déjà avoit des correspondances partout, fut informé des verres fabriqués par Metius, il imagina le moyen d'en fabriquer de semblables, de les ranger avec des mesures convenables dans un tube, et de s'en servir pour les observations astronomiques. Cette idée se confirma lorsque par des lettres qu'on luy envoya de Paris il scut précisément ce qu'il y avoit de bon et de défectueux dans l'ouvrage de l'opticien hollandois. En effet, peu de temps après, c'est à dire dix mois après avoir reçu les premières informations à ce sujet, il avoit tellement perfectionné cet instrument, et fait par son moyen des observations au ciel, quil fut en estat de publier un livre à ce sujet, intitulé *Nuncius Siderius*. (le messager des astres.) dans lequel il fit la description du Télescope fabriqué par luy en suivant et en améliorant l'invention de Metius. Ce fut en 1610 que Galilée publia cet ouvrage. Il se trouvoit alors à Padoue; et depuis il ne cessa jamais de le perfectionner jusqu'à la fin de sa vie, et il le conduisit à un tel point que vers 1639 ou 1640 il en avoit confectionné un qui grossissait d'une manière prodigieuse; que c'est au moyen de cet instrument qu'il reconnut que Saturne estoit entouré d'un anneau, et que cette planète estoit accompagnée sinon de deux, au moins d'un satellite, ce que nos observations ont confirmé depuis lors : et de plus il fait mention dans ses lettres qu'au delà de Saturne sur les confins de l'hémisphère se trouve une estoile qu'il ne peut bien définir, mais qu'il est disposé à croire que ce pourroit bien estre une autre planète; et dans cette conjecture il lui avoit déjà donné le nom d'Uranie. Jusqu'à

présent si la première conjecture de Galilée s'est confirmée et mesme au delà, puisqu'il est reconnu maintenant que Saturne a plusieurs satellites, si la première conjecture, dis-je, s'est confirmée, la dernière au sujet d'Uranie n'a pu l'estre encore. Cependant on ne doit pas en désespérer; car ce scavant n'avançoit jamais rien sans avoir vu; et c'est sans nul doute parce qu'on n'est pas encore arrivé au point de perfectionnement où il estoit arrivé : car au dire d'une de ses lettres son dernier télescope quoique n'ayant guère qu'une douzaine de pieds, pouvoit cependant grossir quinze mille fois l'objet. Il est bien fâcheux que cet instrument ait esté détruit et qu'on ne soit encore parvenu à le remplacer. Ainsy donc quoique ce ne soit pas à nostre philosophe mais à Jacques Metius qu'on est redevable de la première idée du télescope, la perfection de cet instrument n'en est pas moins due à Galilée, ainsy que les découvertes qu'on a commencé à faire à son aide. M. Huygens luy mesme en est convenu quand il se plaignoit qu'avec les télescopes de Hollande on ne pouvoit pas voir les satellites de Saturne, au lieu qu'on les appercevoit très distinctement avec ceux de Galilée. Cet illustre scavant enchanté de son télescope, ne s'appliquoit plus uniquement qu'à lire dans les cieux : il fut le premier qui à l'aide de cet instrument osa fixer le Soleil et y découvrit des taches dont les mouvemens lui firent connoistre que cet astre tournoit sur son axe. Ce grand astronome, après avoir fait un corps d'ouvrage de ses plus belles découvertes, le dédia au duc Cosme de Médicis. Ce livre plut tellement à ce prince qu'il escrivit aussitost à Galilée pour l'en féliciter, et chercha à le ramener dans sa patrie, en le déclarant premier mathématicien de la Toscane. Galilée qui estoit plein de patriotisme se rendit à Florence et s'y fixa. Peu après, vers l'an 1612, il fit un voyage à Rome, et y fut parfaitement accueilli des cardinaux, des princes et du Pape mesme, auxquels il fit voir au moyen du télescope les taches du Soleil, les phases de Vénus, et démontra dans le disque lunaire des inégalités, de très hautes montagnes et de profondes vallées, etc. etc. Il resta quelque temps dans cette capitale du monde chrétien, ne faisant nul mystère de ses découvertes et inventions. L'académie des Lincei le reçut au nombre de ses membres. Il retourna ensuite à Florence pour se livrer tout entier à l'étude des corps célestes. Ce fut dans la maison du sénateur Philippe Salviati qu'il se retira et où on luy construisit un observatoire. Ainsy donc, entre toutes les sciences, l'astronomie fut celle pour laquelle Galilée eut un penchant le plus prononcé. Si d'un costé elle luy attira des persécutions et des souffrances, comme nous le dirons, de l'autre elle fut la source de son immortalité. En establissant et en expliquant d'une manière claire et précise le double mouvement du globe terrestre, le diurne et l'annuel, et en réfutant toutes les objections possibles, il mit dans un tel jour le système des pythagoriens renouvellé par Copernic, système qui depuis, malgré les condamnations de Galilée par l'inquisition, est devenu celuy de tout le monde.

Comme déjà nous l'avons dit, au moyen du télescope Galilée parvint à connoistre que ce qu'on appelle la voye lactée, et l'autre nommée la voye nébuleuse, ne sont que deux amas d'estoiles.

Il fut le premier à observer deux estoiles auprès de Saturne et les ayant vu disparaitre, il en prédit le retour et eut la satisfaction de voir son pronostic vérifié. Par cette observation et découverte il ouvrit le chemin à M. Huygens qui démontra plus amplement l'anneau de Saturne et ses variations.

Il apperçut le premier et démontra à tout le monde les satellites de Jupiter, et cette découverte luy fist un plaisir inexprimable, d'autant plus que pour faire sa cour aux Médicis, ses

souverains et ses protecteurs, il donna à ces corps célestes le nom d'estoiles médicées. Il les estudia soigneusement, en calcula les périodes, et en dressa les tables. comme déjà je l'ay dit.

Mars et Vénus furent aussy l'objet des remarques de Galilée, quoiqu'imparfaitement, néanmoins avant tout autre observateur il s'appercut des phases de cette première planète. Quand à celles de la seconde, il les découvrit pleinement.

Nous avons dit aussy avoir vu dans ses lettres qu'il crut voir au delà de Saturne, vers les confins de l'hémisphère, un autre astre qu'il prit pour une planète. Mais comme cela ne s'est point confirmé par aucune observation nouvelle, nous ne le rappelons que comme indice.

Mais le premier de tous, Galilée démontra que la superficie de la lune est inégale, et ce qui plus est, il osa mesurer l'élévation des montagnes qu'on y voit, et le diamètre de ce grand corps. Enfin il eut encore le mérite de découvrir, comme nous l'avons dit, des taches dans le disque solaire et d'en expliquer la nature. Cependant le père Scheiner, jésuite allemand, assez bon astronosme de ce temps là, prétendit avoir devancé Galilée dans cette découverte; mais celuy cy le réfuta dans quelques lettres quil publia alors, et fit voir 1° combien longtems avant le père Scheiner il avoit apperçu et fait voir à d'autres ce dont le père jésuite vouloit s'approprier.

2° Que c'estoit le père Guldin, autre jésuite allemand, qui se trouvoit à Rome l'an 1611-12 et à qui Galilée avoit fait voir ces taches solaires, qui avoit dû en donner avis au père Scheiner qui estoit à Ingolstadt. 3° que le père Tauner, demeurant au mesme collége d'Ingolstadt rendit justice à Galilée en luy attribuant cette découverte, et non pas à son confrère Scheiner. 4° Enfin Galilée démontra si bien les supercheries du père Scheiner que celuy cy luy en garda rancune toute sa vie, et ne cessa de le poursuivre de ses investigations. Ce fut là le commencement des persécutions de Galilée, car le père Scheiner scut gagner dans l'interest de sa cause toute la société dont il estoit membre; et comme dans l'ardeur de sa défense Galilée ne prit aucun ménagement pour la société de Jesus, celle cy luy voua sa haine et le poursuivy mesme audelà du tombeau. Quoi quil en soit Galilée eut donc la gloire en astronomie de déconvrir pour ainsy dire un nouveau monde. En méchanique et en statique il fit encore plus, il créa une science nouvelle, au moyen de la pénétration profonde et de la justesse admirable de son talent. L'é... du mouvement, sa définition et ses lois furent l'ouvrage de cet excellent philosophe. Aristote et ses nombreux sectateurs avoient posé pour principe, que les corps pesants accélèrent leur chute à proportion de la gravité respective. Galilée eut le courage de réfuter ce prétendu axiome, que personne n'avoit osé révoquer en doute. Il soutint qu'un brin de paille et un morceau de plomb tombent avec la mesme vitesse dans un espace vide. Il sembloit naturel de prendre ce raisonnement pour un paradoxe. Mais quand on connut la machine pneumatique, on vit bien que Galilée avoit raison. Il trouva et établit, de concert avec l'illustre Pascal, la loi si célèbre de l'accélération des corps pesants. Ce fut luy qui enseigna aussy à exprimer utilement par des lignes, les temps, la vitesse, et les espaces parcourus par les figures. Dans les mouvemens accélérés il exprima par les absisses et les ordonnées des triangles les temps et la vitesse : par le retrangle qui en résulte, il exprima l'espace parcouru avec le mouvement accéléré; et enfin par le rectangle dont le triangle est la moitié, l'aspace parcouru avec le mouvement uniforme. En composant, de concert avec monsieur Pascal, comme cela émane de leur correspondance, ces deux mouvemens, je parle de l'accéléré et de l'uniforme, dans la supposition que les corps pesans tendent au centre par des parallèles, ils déterminèrent la route des projections par la parabole. Ce qui

donna occasion aux scavans qui sont venus après de concevoir les échelles de vitesses, du temps et des forces. Tous l'ont appris ou de Galilée ou de Pascal. Car ces deux scavans traitèrent cette matière par émulation l'un de l'autre. Enfin ce furent eux qui réduisirent à des principes fixes et certains la descente des corps sur des plans inclinés. Ils trouvèrent aussi la méthode des indivisibles, sans l'idée desquels on n'auroit point le calcul des flexions. En assimilant les parties du fluide aux points mathématiques, pour en expliquer l'applanissement parfait, ils ont ébauché dans la physique les parties infiniment petites ou moindres de toutes les parties qui peuvent estre assignées, et qui sont les mesmes que celles introduites depuis par messieurs Newton et Leibnitz. Il a donc été facile à ces derniers d'établir leur travail et mesme de l'etendre. Toute la difficulté estoit dans l'invention, et d'avoir assez de courage pour publier cette idée, dans un temps où celles des Anciens estoient encore révérées comme des oracles. J'ay dejà dit que monsieur Newton n'avoit pas daigné reconnoistre à qui il estoit redevable de ces connoissances. Bien mal luy en prit. Mr Leibnitz, luy plus franc, le reconnut et l'avoua avec franchise. Un autre Anglois a osé aussy s'attribuer cette démonstration : quà remuer un poids il faut une force plns grande que le poids mesme, à moins que le défaut de cette force ne soit compensé par le degré de rapidité. Mais ce principe se trouve establi et expliqué dans les œuvres mesmes imprimées de Galilée. Le staticien anglois a donc eu mauvaise idée en s'attribuant ce principe. Galilée expliqua aussy avec exactitude la loy de projection et la nature de la courbe et de la parabole, en quoi il ouvrit et montra le chemin à ceux qui après luy ont si bien escrit sur la ballistique. Un mémoire escrit de sa main sur cette matière fut envoyé au Roy Louis XIII. Il fut aussy le premier à imaginer l'usage des plombs, oscillations et pendules pour mesurer les hauteurs, regler le temps par rapport aux montres, et bien faire connoistre le battement du pouls des malades. Cela donna lieu à une controverse excitée entre les partisans du célèbre florentin et de M. Christian Huygens à propos de la pendule ou poids d'oscillation ajousté aux horloges, qui est d'une si grande utilité par rapport à quelques sciences, surtout en physique et en astronomie. Il me semble cependant que cette question doit estre suffisamment décidée par les faits. D'abord il existe une lettre de Galilée adressée par luy l'an 1637 à Laurent Redi où il luy parle de l'instrument d'oscillation inventé par luy. Il fait une description exacte de sa formation et de son usage. Il passe ensuite à dire comment il a pensé d'appliquer cette pendule aux horloges, parce que, dit-il, comme jusquà présent le défaut des montres consiste dans ce qu'on appelle le temps qu'on n'a pu encore former si juste que toutes les vibrations en soient égales ; ainsy je me flatte quà l'aide d'une invention aussy simple et si peu sujette aux altérations on parviendra à obtenir une oscillation toujours égale et par conséquent une mesure des temps invariable. La vieillesse et les cataractes qui déjà commençoient à tomber sur ses yeux, et sans doute aussy d'autres travaux qui le préoccupoient, empechèrent de mettre cette idée à exécution. Ce fut son fils Vincent Galilée qui eut cette gloire, l'an 1649. L'horloge à laquelle fut appliquée la première pendule fut fabriquée par Marc Tresler, par l'ordre du grand duc Ferdinand II, et sous la direction de Vincent Galilée. M. Marc Campani Alimeni, dans sa lettre à Sa Majesté très haute et très puissante le Roy Louis le grand, informe cet auguste prince qu'en 1659, estant à Florence, il avoit vu et examiné la pendule faite par Vincent Galilée il y avoit déjà dix ans, sur les idées et escrits de son père. Dans les mémoires de l'académie del cimento publiés l'an 1666, on lit ce passage : on trouva à propos d'appliquer le pendule à l'horloge, à limitation de ce

que Galilée avoit imaginé et qui fut mis en pratique par M. Vincent son fils. Je pourrois ajouster plusieurs autres tesmoignages pour fixer à l'an 1649 l'exécution du projet imaginé par Galilée. Or M. Huygens, en présentant sa pendule aux Estats de Hollande, l'an 1657, et en publiant l'an d'après le livre concernant cette invention dans lequel il se donne pour le premier qui ait inventé cet instrument, a donc eu mauvaise grâce. Mais fut-il un imposteur et un plagiaire, ce n'est point à moy d'en décider. Cela a esté l'objet d'une controverse qui dura près de quinze ans. La lettre que M. Huygens escrivist en 1673 au cardinal de Médicis et la réponse de ce dernier terminèrent le débat. CASSINI.

« *Remarques.* — Ces deux Notices, composées sur les mêmes documents, sont loin d'être complètes: par exemple, il n'y est nullement fait mention des expériences de Galilée sur la pesanteur de l'air, non plus que sur la décomposition de la lumière en sept rayons, par le prisme, ni du Traité de la régénération des couleurs, que Louis XIV est parvenu à se procurer, et dont il parle dans plusieurs Lettres. C'est que, probablement, il ne possédait pas encore ces documents lorsqu'il a écrit la Notice qu'il a communiquée à Cassini.

» La planète découverte par Galilée et qu'il a nommée *Uranie* ou *Uranus* (du nom, a-t-il dit dans plusieurs Lettres, de la déesse qui présidait à l'Astronomie chez les Anciens), donne lieu à une vérification de la part des astronomes. Est-ce la planète d'Herschel, ou celle de M. Le Verrier, ou une troisième enfin qui, vers 1639, se serait trouvée en conjonction avec Saturne (1)? »

ASTRONOMIE. — *Résultats fournis par l'analyse spectrale de la lumière d'Uranus, de l'étoile* R *des Gémeaux, et des taches solaires.* Lettre du **P. SECCHI** à M. le Secrétaire perpétuel.

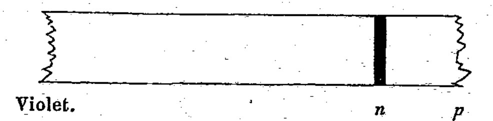
« Rome, 20 mars 1869.

» Le spectroscope continue à nous révéler des choses bien curieuses, mais celle que je viens de découvrir vous paraîtra sans doute, comme à moi, assez singulière. Il s'agit du spectre d'Uranus, qui présente une constitution tout à fait inattendue. Occupé à étudier la petite étoile R des Gémeaux dont je vous parlerai plus loin, je tournai le spectroscope vers

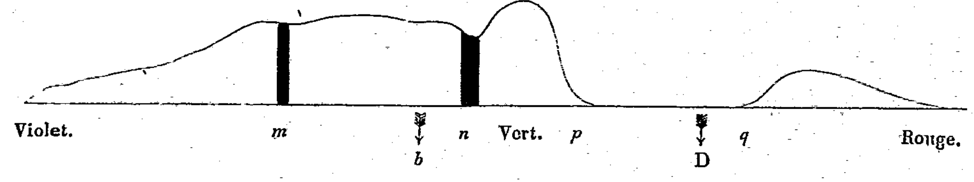
(1) On sait que c'est Bode qui a donné le nom d'*Uranus* à la planète d'Herschel, que l'illustre astronome appelait l'*astre de Georges*, et que Lalande voulait nommer *Herschel*. Mais ce que l'on ne sait pas, c'est que l'intervention de Bode a été due à la sollicitation du Roi Louis XVI, qui ayant eu connaissance des Lettres dans lesquelles Galilée parlait de la découverte d'une planète qu'il nommait *Uranus*, et pensant que la planète d'Herschel était la même, demandait que les astronomes lui consacrassent le nom recommandé par Galilée dans plusieurs de ses Lettres.

Je pourrai revenir, si l'occasion s'en présente, sur cet épisode de l'histoire de l'Astronomie.

Uranus, qui était dans le champ du chercheur, sans espérer y rien voir de particulier, car la planète semblait à peine une étoile de 6^e grandeur, et la Lune, qui n'était pas éloignée, était assez grande. Quelle fût ma surprise, en voyant un spectre très-vif et avec une bande très-prononcée près de son extrémité!



» Comme les couleurs étaient très-faibles, j'eus recours, pour reconnaître la position de cette bande, aux points de repère du chercheur qui avaient été fixés avec l'étoile α d'Orion. Ma surprise augmenta lorsque je vis que la bande noire n correspondait au vert du spectre (près de la raie ε du Soleil), de sorte que la partie np ne pouvait pas représenter le reste du spectre jusqu'au rouge. Craignant alors quelque dérangement dans les lunettes, je fis usage des repères intérieurs du grand réfracteur lui-même, repères qui sont formés par l'image directe linéaire due à une portion de la lumière qui passe en dehors du prisme, et à un autre faisceau direct qui est transmis entre le prisme et la lentille. Guidées par ces deux repères, les deux pointes micrométriques furent placées, l'une sur la raie b du magnésium, l'autre sur la raie D du sodium, au moyen de α d'Orion, un des repères directs coïncidant avec la raie b. On revint alors à la planète, et l'on vit : 1° que la pointe correspondante à b, mise sur son repère direct, ne correspondait pas à la bande n, mais restait considérablement au delà, vers le violet; 2° en même temps, l'autre pointe, qui correspondait à D, était à peine visible, car elle tombait sur un large espace obscur au delà de la portion lumineuse du spectre de la planète, et peut-être aurait-elle été invisible sans la lumière lunaire qui éclairait le ciel. Au delà de cette pointe, reparaissait une faible lumière rougeâtre, qui se distinguait assez bien; de plus, vers le violet, on remarquait une seconde bande m, plus faible que la bande n.

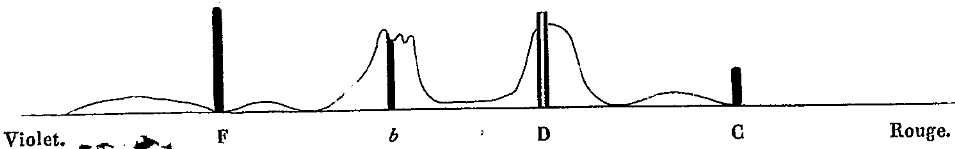


» Je n'eus pas le temps de prendre de mesures précises de la position des raies, à cause de légers nuages qui s'élevèrent : on pourra le faire après que la Lune sera passée; mais je m'assurai : 1° que la bande n tombe

très-près de la raie E du spectre solaire; 2° que la bande *m* ne coïncide pas avec la raie F de l'hydrogène du spectre solaire, elle est plus réfrangible.

» On voit donc que le spectre de cette planète n'a aucune ressemblance avec le spectre solaire. L'énorme lacune *pq* est tout à fait singulière; on n'en trouve pas d'exemple dans les autres planètes; et quoique Jupiter et Saturne présentent quelques bandes d'absorption, ils sont loin d'offrir un pareil intervalle : c'est comme si toute la couleur jaune était supprimée. Si ce spectre est purement dû à la lumière solaire réfléchie (ce qu'on pourrait peut-être mettre en question), elle doit subir une modification considérable dans son atmosphère. L'absorption exercée ici serait analogue à celle qu'on observe avec les solides ou les liquides colorés transparents, qui produisent seuls des zones très-diffuses sur leurs bords, comme on l'observe vers les limites *p*, *q* de notre spectre. Cette découverte donnerait lieu à plusieurs réflexions que je passe sous silence quant à présent.

» J'arrive maintenant à l'étoile R des Gémeaux ($Æ = 6^h 59^m, 22$, Décl. $= 22°, 54$ N.). La dernière observation que j'en ai pu faire, près de son maximum, a été effectuée le 16 février : les jours suivants, la Lune et le mauvais temps ont empêché toute observation. Pendant les soirées des 14 et 15 février, le spectre offrait l'aspect indiqué dans la figure suivante, les ordonnées représentant les lignes brillantes.



» La ligne F était très-brillante et isolée; elle paraissait même bordée de deux bandes plus noires, tranchant sur la faible lumière du fond; ensuite venait une portion lumineuse, sur laquelle brillaient des raies qui sont celles du magnésium ou des raies très-voisines; puis, une région jaune, avec des lignes brillantes qui paraissaient doubles par intervalles; enfin, la raie C de l'hydrogène, qu'on voyait étinceler par instants et qui terminait le spectre. Ce spectre offre une grande ressemblance avec celui de l'étoile temporaire qui parut en 1866 dans la Couronne; mais il contiendrait les raies du magnésium et des lignes dans le jaune qui pourraient bien être celles du sodium, ou la ligne jaune brillante des protubérances solaires, car il était très-difficile de prendre des mesures précises, parce que l'étoile était alors environ de 7e grandeur (elle n'arrivait pas à la 6e), et que la Lune gênait les observations dans les derniers jours. Après la pleine Lune, je cherchai de nouveau cette étoile : je ne pus pas la reconnaître, la Lune étant à

l'horizon : le soir suivant, elle me parut de 10e grandeur, et maintenant sa grandeur peut s'exprimer par 9 ½ au plus. Elle est ainsi revenue à sa grandeur ordinaire, et présente un spectre sensiblement continu.

» Nous avons donc été témoins ici d'une combustion d'hydrogène et peut-être de magnésium et de sodium, c'est-à-dire des substances qui, parmi les corps composant l'atmosphère solaire, ont le poids atomique le plus faible. Il est remarquable que le décroissement ait été si rapide, après le maximum qui nous a échappé et qui est arrivé probablement avec la pleine Lune. Cette rapidité de décroissement s'est présentée également pour l'étoile de la Couronne dont j'ai parlé plus haut.

» Dans ces derniers jours, j'ai continué l'analyse spectrale des taches solaires, en profitant du beau groupe qui est maintenant visible. Pour mieux apprécier les détails, j'ai encore agrandi l'image et j'ai employé trois prismes très-dispersifs, avec une lunette spectroscopique plus puissante que celle que l'on emploie d'ordinaire. Le résultat me paraît assez intéressant, et s'il n'est pas nouveau quant aux détails, qui ont peut-être été observés par d'autres, l'interprétation qu'on en a donnée jusqu'ici ne me paraît pas juste. Décrivons d'abord les faits.

» Lorsqu'on place une tache dans le champ du spectroscope, le faisceau des raies correspondantes se présente à peu près comme suit : 1° les raies noires, qui sont très-fines et très-nettes dans notre instrument sur le reste du Soleil, paraissent se gonfler et s'élargir à travers la tache : leurs bords ne sont plus tranchés nettement, comme dans le reste du spectre; 2° un grand nombre de raies très-fines et à peine visibles ailleurs deviennent très-larges et nébuleuses, comme je l'ai déjà indiqué dans une autre communication; 3° toute l'harmonie de l'intensité relative des lignes brillantes se trouve profondément altérée, et, pendant que quelques-unes diminuent énormément d'intensité, d'autres traversent toute la tache, et même le noyau, sans s'affaiblir; 4° dans celles qui paraissent s'affaiblir, cet effet est dû plutôt à un empiétement des lignes noires élargies qu'à une diminution réelle de lumière. Ainsi, dans la dernière tache, l'élargissement des raies D′ et D″ était si grand, que l'intervalle lumineux disparaissait presque complétement, pendant que, avec notre fort instrument, elles étaient très-séparées et très-nettes en dehors de la tache.

» L'interprétation qu'on a donnée de ces phénomènes, observés jusqu'ici imparfaitement et *en masse*, consiste à les attribuer à la diminution d'éclat du fond noir des taches elles-mêmes, qui permettait ainsi de voir mieux les raies. Cette interprétation admise jusqu'ici me paraît parfaitement erronée.

En effet : 1° une diminution quelconque de lumière ne produit pas une pareille modification dans les raies : on peut s'en assurer, soit en mettant un diaphragme à l'objectif, soit en interceptant avec une lamelle de verre une portion de la lumière qui entre dans la fente ; 2° si cet effet était dû à la projection des raies sur un fond moins éclairé, comme (en supposant le fond de la tache complétement noir) il n'y a entre nous et ce fond que la lumière de notre atmosphère et la lumière de l'atmosphère extérieure solaire, on devrait voir un effet semblable partout où l'on a seulement ces deux sources de lumière, par exemple au dehors du disque, très-près de la chromosphère : or rien de pareil ne s'observe dans ce cas, et les raies sont nettes et fines à l'extérieur comme à l'intérieur du disque; seulement, au dehors, toutes les parties du spectre sont plus faibles; 3° si telle était la cause véritable, on devrait voir, dans l'intérieur des taches, toutes les raies brillantes également affaiblies, avec le même éclat relatif qu'au dehors : or il n'en est pas ainsi, et pendant que quelques-unes deviennent très-faibles, d'autres traversent le noyau avec toute leur intensité, sauf, comme nous l'avons dit, le rétrécissement dû à l'empiétement des lignes sombres et nébuleuses.

» Le phénomène que nous venons de signaler n'est donc pas l'effet d'une simple diminution de lumière dans le fond, mais il est bien dû à une faculté absorbante élective plus intense, qui réside à l'intérieur des taches. En effet, nous savons que les taches sont des cavités dans la photosphère : dans leur intérieur, la couche absorbante doit être plus épaisse, et altérer beaucoup de rayons qui ne sont pas absorbés par l'atmosphère extérieure. Les lignes brillantes qui traversent souvent les noyaux pourraient bien être les lignes directes de ces gaz que j'ai signalés comme constituant la masse gazeuse intérieure du Soleil, dès le mois de janvier 1864 (voir *Bull. météor. de l'Observatoire*, 31 janv. 1864, vol. III, p. 4).

» Cet effet serait alors complétement semblable à celui qu'on observe dans l'atmosphère terrestre, où une couche plus épaisse près de l'horizon produit l'élargissement de lignes fines, et donne à un grand nombre d'autres lignes, à peine visibles quand le Soleil est assez haut, un aspect nébuleux. Telle me paraît l'explication plus rationnelle du phénomène qu'on observe en analysant les taches solaires au spectroscope. »

ASTRONOMIE. — *Sur les observations du passage de Vénus en 1874.* Lettre de **M. G.-B. Airy** à M. le Secrétaire perpétuel.

« Au moment où parut, dans les *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, le Mémoire de M. Puiseux, j'ai adressé à la Société royale Astro-

nomique une communication dont la publication a été accidentellement retardée; mais le Secrétaire de la Société m'a autorisé à vous en transmettre une épreuve, que je joins à la présente Lettre. »

Cette communication est conçue comme il suit :

« Dans les *Comptes rendus*, séance du 8 février 1869 (1), M. Puiseux a rappelé courtoisement mon dernier Mémoire sur les passages de Vénus, et a annoncé que le passage de 1874 peut être observé avantageusement par la méthode de la comparaison des intervalles entre l'entrée et la sortie, l'entrée et la sortie étant observées l'une et l'autre en chacun des lieux choisis pour la comparaison. De plus il a indiqué des stations qui produisent pour ces intervalles une différence un peu plus grande que les intervalles que j'ai adoptés, et il donne à entendre que la méthode adoptée par lui est peut-être, à cause de cela, supérieure à la mienne.

» On pourra voir dans les *Notices mensuelles* (pour 1857, 8 mai, p. 213, second paragraphe, et p. 214 et 215) que j'avais pris complétement en considération la méthode que M. Puiseux vient de proposer et que j'avais, en fait, nommé les principales stations que M. Puiseux vient d'indiquer. La matière se trouvant ainsi complétement présente à mon esprit, je puis expliquer immédiatement mes raisons pour préférer la marche que j'ai soumise dernièrement à la Société.

» Dans le plan proposé par M. Puiseux, la détermination du temps qui sera employée dépendra de la réunion (non de la moyenne) de quatre observations d'entrée et de sortie. Dans mon plan, la détermination du temps qui sera employée dépendra de la réunion de deux observations d'entrée et de sortie et de deux déterminations de longitudes géographiques.

» La question pratique est de savoir quelle est celle des deux méthodes qui est sujette à la plus petite erreur probable.

» Maintenant j'espère qu'en y mettant le soin convenable, l'erreur probable de la longitude géographique ne surpassera pas la moitié de l'erreur probable de l'entrée ou de la sortie. De plus la position géographique reste et les observations peuvent être répétées dans les années subséquentes pour la correction de sa longitude; mais rien ne peut réparer l'erreur de l'observation de l'entrée ou de la sortie. D'après ces considérations, combinées avec la circonstance que les effets de parallaxe obtenus sont sensiblement les mêmes, je ne puis hésiter à maintenir l'opinion que ma méthode est la plus exacte.

» Mais je ne doute pas que le plan proposé par M. Puiseux ne soit égale-

(1) *Comptes rendus*, t. LXVIII, p. 321.

ment suivi; toute série d'observations qui peut réellement être appliquée à cette importante détermination sera précieuse.

» Observatoire royal de Greenwich, le 23 février 1869. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Recherches sur le rôle du latex chez le Mûrier blanc.* Mémoire de **M. E. Faivre.** (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Decaisne, Tulasne, Thenard.)

« Il règne dans la science de grandes incertitudes sur le rôle du latex ou suc blanc chez les végétaux. Est-il une sécrétion? Constitue-t-il un résidu alimentaire, destiné à subir une élaboration nouvelle? Doit-il être considéré comme un liquide séreux renfermant des matières assimilables, ou comme un liquide mixte renfermant à la fois des substances assimilables et des produits d'excrétion? Telles sont les questions à examiner. Pour y répondre avec quelque certitude, nous avons borné nos observations à un seul végétal, le Mûrier blanc, afin de mieux envisager le sujet sous divers points de vue. Après cinq années de recherches, nous tentons de formuler les résultats obtenus.

» Un premier fait est relatif aux rapports du latex avec la végétation. Le latex n'est pas un produit transitoire de l'organisme. Chez le Mûrier, on le trouve à toutes les époques de l'année dans les tiges, les racines et les rameaux; si l'une de ces parties est altérée ou mortifiée, si elle cesse normalement ses fonctions, comme il arrive pour les feuilles, le latex y diminue et disparaît. Il est abondant dans les couches internes de l'écorce, où s'accomplit un incontestable mouvement végétal; il est accumulé, en notable quantité, à la base de chaque bourgeon naissant, dans le limbe des feuilles pendant la végétation.

» Un second résultat est donné par la pratique des boutures pendant l'hiver, dans une serre à multiplication. Des fragments de rameaux munis de bourgeons à bois, bouturés dans ces conditions et renfermant en abondance du latex, en contiennent seulement des traces lorsque les bourgeons se sont épanouis, leur développement coïncide avec une diminution du latex. Les effets produits par la pousse de la bouture deviennent surtout appréciables si l'on compare les rameaux ainsi traités avec d'autres, pris sur les arbres à la même époque, et autant que possible dans les mêmes conditions. Il est remarquable que l'expérience ne donne pas les mêmes résultats lorsque les boutures sont faites avec des rameaux chargés de boutons à fruit.

» Si l'on examine des rameaux au printemps, vers l'époque où le mouvement végétatif va se produire, on y constate en abondance le suc propre; la même observation, répétée lorsque les feuilles des jeunes bourgeons sont épanouies, indique au contraire dans les rameaux une diminution du suc propre. Dans le rameau au printemps, comme dans la bouture, le mouvement végétatif s'accompagne d'une notable diminution dans la quantité du suc propre. Qu'on tente alors, comme nous l'avons fait, de pratiquer des boutures avec des rameaux choisis dans de semblables conditions, on n'obtiendra qu'une reprise mal assurée et une végétation éphémère. Il en sera de même, et nous avons également réalisé l'expérience, si l'on bouture à nouveau une bouture dont on a enlevé les jeunes pousses aussitôt l'épanouissement, et sur laquelle il reste encore des yeux qui ne se sont point modifiés par le fait de la première impulsion végétative.

» Le rapport de l'activité végétative et de la diminution du latex en certaines conditions est encore mis en évidence par les expériences suivantes. Une excision annulaire est pratiquée au printemps sur un rameau ligneux; les bourgeons sont enlevés au-dessus de l'excision; on s'est assuré que le latex existe dans les parties opérées. Si des bourgeons ou des feuilles nouvelles se développent au-dessus de l'excision, ils sont régulièrement enlevés avant leur complet épanouissement. On opère ainsi jusqu'à ce que de nouvelles productions ne se reforment plus. On constate alors, en coupant la tige, la disparition du latex, et dans les couches ligneuses un changement d'état coïncidant avec la disparition, au moins partielle, du dépôt amylacé, dont les recherches de MM. Hartig et Gris ont clairement établi la distribution et le rôle. Nous reviendrons sur cette circonstance de matières amylacées en provision et du latex.

» Des expériences sur le rôle de l'écorce dans la végétation des bourgeons nous ont fourni sur les usages du latex des données que nous avons à mentionner. On pratique sur des rameaux destinés à être bouturés des excisions annulaires doubles, qui en séparent l'écorce en zones d'étendues diverses; sur d'autres rameaux dans les mêmes conditions, on circonscrit chaque bourgeon à l'aide d'une ablation circulaire de l'écorce qui l'entoure; mais son implantation sur la tige est soigneusement ménagée. Si des rameaux ainsi préparés sont traités comme boutures, les bourgeons dépourvus d'écorce au pourtour ne donnent aucun signe de végétation; au contraire, ceux qui sont implantés sur une zone d'écorce végètent manifestement, et d'autant mieux que la zone corticale a plus d'étendue. La végétation n'a qu'une durée limitée et en rapport avec la portion d'écorce réservée. L'examen direct prouve la diminution ou la disparition du latex dans

les zones corticales dont les bourgeons se sont développés. Ainsi, d'une part, il existe un rapport entre le développement des bourgeons et la quantité d'écorce qui les entoure; d'autre part, le latex si abondant dans cette partie y a subi une notable diminution. Le latex paraît donc intervenir comme renfermant des principes utiles à la nutrition, à l'assimilation. L'examen chimique confirme, à cet égard, les autres données de l'expérience.

» Il y a divers observateurs, particulièrement MM. Boussingault, Fremy, Trécul, Weiss et Wiesener, Karsten, etc., qui ont signalé dans le latex la présence d'une substance albumineuse, de matières grasses, sucrées et amylacées : il nous a paru important de savoir si ces substances existent aussi dans le latex du Mûrier, recueilli pendant l'hiver, en l'absence de toute végétation. Nous avons examiné au microscope un semblable latex, et les réactifs nous y ont démontré la présence du sucre, de matières albumineuses et de matières grasses. Sur notre demande, un professeur distingué du Lycée de Lyon, M. Voigt, a fait sur ces sujets quelques études sérieuses. Il a constaté, à deux reprises différentes, la présence du sucre dans le latex, à l'aide de la liqueur cupro-ammoniacale. La proportion de matières sucrées ou agissant comme le glucose s'est trouvée comprise en moyenne entre 5 et 10 pour 100; les réactions des matières azotées ont été également constatées.

» La diminution du latex, dans diverses conditions de végétation, la présence dans ce suc propre de matières assimilables, indiquent qu'il joue un rôle dans la nutrition. Ce rôle est confirmé par la participation active des feuilles dans l'élaboration de ce suc : c'est le fait digne d'intérêt sur lequel il nous reste à insister.

» Si l'on coupe transversalement au printemps un rameau herbacé feuillé, il s'en écoulera un liquide bien manifestement coloré en blanc. Vient-on alors à enlever, aussi rapidement que possible, les feuilles d'un rameau semblable au précédent, puis à en pratiquer la section immédiate, on constate qu'il ne s'écoule plus de latex, mais un liquide incolore.

» Une autre expérience, concordante avec la précédente, consiste à couper pendant l'été le pétiole d'une feuille : le latex s'écoule en abondance de la section, du côté du limbe. Vient-on, sur une feuille semblable à la précédente, à enlever d'abord la plus grande partie du limbe, puis à couper le pétiole, on n'obtient alors aucun liquide coloré.

» Des expériences plus directes témoignent encore de la formation du

latex par les feuilles. Pendant l'hiver, on bouture des rameaux portant des bourgeons à bois; lorsque les feuilles sont entièrement étalées, on en coupe transversalement le pétiole : du bouton central, il s'écoule quelques gouttes de liquide incolore. Ce liquide est, au contraire, nettement coloré et riche en globules du côté périphérique, à la base du limbe de la feuille naissante. Cette expérience est d'autant plus frappante que le latex découle du seul limbe des feuilles, tandis qu'il a disparu des autres parties de la bouture sur laquelle on opère. Nous avons obtenu antérieurement sur le *Ficus elastica* des résultats semblables.

» Dans les limites de nos recherches, en considérant les rapports du latex avec l'activité végétative, sa présence à toutes les époques, sa diminution liée aux actes du développement et de la croissance, sa production par les feuilles, sa richesse en principes assimilables, nous nous croyons autorisé à conclure que ce suc propre n'est pas une simple excrétion, ni un résidu alimentaire, mais qu'il joue un rôle dans l'alimentation végétale, encore qu'il puisse renfermer des principes excrétoires.

HYDRAULIQUE. — *Sur les propriétés des compresseurs hydrauliques à colonnes oscillantes.* Note de **M. A. de Caligny.** (Extrait.)

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

« Les relations techniques sur le percement des Alpes ont fait connaître les analogies des appareils employés avec la fontaine de Héron ou machine de Schemnitz, et avec le bélier hydraulique de Montgolfier. Si l'on savait que la machine de Schemnitz pouvait être considérée comme un appareil à comprimer de l'air, la section du tuyau de conduite d'arrivée de l'eau motrice étant petite par rapport à celle de la chambre de compression, la force vive de cette eau était presque entièrement perdue et l'on ne comptait que sur la pression hydrostatique.

» Je fus conduit à l'idée d'employer la force vive de l'eau, en modifiant dans la machine de Schemnitz les rapports des sections, par ma prescription de changer en machines soufflantes ou à compression d'air tous mes appareils à élever de l'eau au moyen d'une chute d'eau (1). Or, dans un des systèmes de machines dont je prescrivais ainsi la transformation, en disant d'ailleurs comment elle devait être faite, la colonne liquide

(1) Notes présentées à la Société Philomathique, notamment le 22 juin 1844, le 8 août 1846, et publiées dans le journal *l'Institut*.

ascendante devait partir du repos à l'instant même où la compression de l'air commencerait.

» En général, quand on n'aura pas à sa disposition une grande chute motrice comme sur le versant italien du mont Cenis, il vaudra mieux, selon moi, comme je l'avais proposé pour le versant français, laisser d'abord la colonne liquide acquérir de la vitesse, par un écoulement à l'extérieur, avant de commencer à s'en servir pour comprimer l'air. Cette forme de l'appareil se rapporte plus spécialement à ma Note de 1844; l'appareil dont il s'agissait alors est celui qui a été l'objet d'un Rapport de M. Combes en 1852 à la Société centrale d'Agriculture, Rapport dans lequel se trouve le passage suivant : « ... Cette machine a pour moteur une chute » d'eau; elle se compose, comme le bélier hydraulique de Montgolfier, d'un » tuyau fixe qui prend l'eau d'une source ou bassin supérieur, et d'un » tuyau ascensionnel qui reçoit une partie de l'eau amenée par le tuyau » fixe, laquelle vient se déverser au sommet de ce tuyau, tandis que l'autre » partie s'est écoulée dans un canal de décharge. Ici finit l'analogie avec le » bélier. Dans la machine de M. de Caligny, il n'existe ni soupape d'arrêt, » ni soupape d'ascension; partant, point d'arrêt brusque ni de choc de la » colonne d'eau en mouvement contre les parois du tuyau... »

« Les relations techniques sur le percement des Alpes font remarquer que, dans le bélier hydraulique de Montgolfier, la compression de l'air n'est qu'un accessoire, tandis que dans les compresseurs elle est le but essentiel. J'ai d'ailleurs complétement changé l'état de la question par l'application des vannes cylindriques ou soupapes de Cornwall....

» Un ingénieur avait proposé de comprimer l'air au moyen du principe de la machine de Schemnitz, en donnant à la chambre de compression une section telle que, la force vive de la colonne liquide comprimante étant presque entièrement perdue, on ne devait compter que sur la pression hydrostatique. Le principe du compresseur tel qu'il a été construit est bien précisé à la page 41 d'une réponse imprimée à cet ingénieur, où l'on dit que ce compresseur « a pour caractère *essentiel*, *fondamental : l'emploi de* » *la force vive de l'eau*, qui, si l'on veut la mettre entièrement à profit, exige » que la colonne comprimante soit dans toute sa longueur, c'est-à-dire » depuis la chambre de compression jusqu'au réservoir alimentaire, d'une » section égale, et que la compression soit directe. » Les dessins insérés dans le *Traforo delle Alpi* montrent d'ailleurs qu'en effet la section de la chambre de compression est la même que celle du tuyau de conduite.

» Or, selon moi, c'est entre ces deux cas extrêmes que l'on doit choisir

la section de la chambre de compression, non-seulement pour diminuer le nombre des machines, mais pour obtenir le maximum d'effet utile. Mes expériences sur les évasements dans le mouvement oscillatoire, confirmant la théorie de Borda, montrent d'abord qu'on pourrait au moins tripler la section de cette chambre, sans une perte de force vive suffisante pour qu'on se privât de l'avantage de diminuer les pertes de travail nécessitées par le jeu des pièces mobiles à chaque changement de période.

» Mais il y a un autre avantage résultant de ce que la compression de l'air, se faisant plus lentement, dégagera moins de chaleur. J'ai donné (1) le résultat d'un essai de calculs ayant pour but d'apprécier, au moyen de la nouvelle théorie de la chaleur, la partie du déchet provenant de l'échauffement de l'air dans les compresseurs à colonnes oscillantes de Bardonnèche. J'ai trouvé que ce déchet ne paraissait pas différer beaucoup du quart du travail théoriquement nécessaire pour comprimer l'air extérieur à une tension de six atmosphères, et le faire entrer dans le récipient. On voit donc qu'il ne faut pas dédaigner, au point de vue de l'industrie, le déchet provenant de l'échauffement de l'air. Dans l'état actuel de nos connaissances, il serait sans doute encore difficile d'en conclure dans quelles limites on devrait augmenter l'élargissement de la chambre de compression pour diminuer cet inconvénient, sans que l'avantage qui en résulterait fût plus que compensé par la perte de force vive qui proviendrait de l'élargissement dont il s'agit et qui pourrait d'ailleurs ne se faire que graduellement. Je veux seulement fixer les idées sur ce que, si, au tunnel des Alpes, en donnant à la chambre de compression une section égale à celle du tuyau de conduite, on a trouvé en définitive, tant à cause du nombre des compresseurs, que par suite de défauts dont j'ai fait la critique, que ces appareils n'étaient pas plus avantageux que des pompes mises en jeu par des roues hydrauliques, on n'est pas en droit d'en tirer une conclusion désavantageuse pour mes principes, puisque je n'ai pas été consulté. »

M. Galibert adresse de nouveaux documents relatifs aux services rendus par ses appareils respiratoires. Ces appareils, qui ont déjà valu à l'auteur trois encouragements sur les fonds destinés aux prix des Arts insalubres, ont subi, dit-il, de nouvelles améliorations.

(Renvoi à la Commission des Arts insalubres.)

---

(1) *Bulletin de l'Académie de Belgique*, 1861, 2e série, t. XI, n° 6.

M. DE MAUDE adresse une Note concernant les animaux utiles ou nuisibles à l'horticulture.

(Renvoi à la Section d'Économie rurale.)

M. SILVAIN adresse une Note portant pour titre : « Théorie sur le nombre 2520 ».

(Commissaires : MM. Bertrand, Hermite.)

M. DIOT adresse une Note relative à la direction des aérostats.

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

M. ZANTEDESCHI adresse une Note concernant l'efficacité du sulfure noir de mercure pour le traitement du choléra-morbus asiatique.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

CORRESPONDANCE.

LA FACULTÉ DE MÉDECINE DE PRAGUE fait hommage à l'Académie d'un exemplaire de la médaille qu'elle vient de faire frapper, en mémoire du cinquantième anniversaire de la réception du Dr *Purkinje*.

L'INSTITUT ROYAL MÉTÉOROLOGIQUE DES PAYS-BAS adresse un exemplaire de l'*Annuaire météorologique des Pays-Bas*, pour l'année 1868.

« **M. LE SECRÉTAIRE PERPÉTUEL** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, le deuxième volume de « l'Histoire de la Chimie, » que vient de publier *M. Hoefer*. Ce volume est accompagné d'une Lettre de *M. Fremy*, dont M. le Secrétaire perpétuel extrait les passages suivants :

» Le premier volume prenait la Chimie a sa naissance, et s'arrêtait à la fin du XVe siècle; le deuxième comprend l'histoire de la Chimie depuis la fin du moyen âge jusqu'au commencement de notre siècle.

» Pour faire apprécier l'intérêt qui s'attache à cette partie du travail de M. Hoefer, il me suffira de dire que l'auteur, après avoir étudié les travaux de Paracelse, de Van Helmont, de Robert Boyle, etc., nous fait assister à la formation de la Chimie réellement scientifique : il analyse d'abord les découvertes admirables et trop oubliées de J. Rey et J. Mayow, et arrive aux grands travaux de Chimie qui ont illustré la fin du siècle

dernier; il rend au fondateur de la Chimie moderne, à Lavoisier, la justice qui lui est due et fait ressortir avec un talent remarquable les découvertes capitales de Priestley, de Scheele, de Berthollet et de Davy.

» M. Hoefer nous promet un troisième volume, dans lequel il traitera de la Chimie du XIXe siècle et des chimistes contemporains. »

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Sur la correspondance de Galilée et sur sa cécité.* Note de **M. G. Govi** (1).

« Florence, ce 26 mars 1869.

» Aussitôt que mes occupations m'en ont laissé le loisir, je me suis rendu à Florence, et je viens d'y passer en revue (pour la centième fois) les manuscrits de Galilée, qui se trouvent à la Bibliothèque nationale, et qui étaient autrefois à la Bibliothèque Palatine. Je n'y ai rien rencontré de ce que M. Chasles croyait s'y trouver : ni la Lettre de Galilée, du 5 novembre 1639 (dans le tome V de ses Correspondances), qu'on lui avait signalée comme autographe, et même d'une main très-ferme; ni les deux Lettres de Galilée, non comprises dans le même Recueil, l'une du 10 mai 1640, l'autre du 9 mars 1641. J'ai prié M. le Bibliothécaire et MM. les Conservateurs des collections de vouloir bien m'aider dans ces recherches, mais notre peine a été tout à fait perdue. Je crois donc pouvoir affirmer que M. Chasles a été mal informé à cet égard, et je me suis disposé à lui en donner toutes les preuves qu'il croirait pouvoir exiger à l'appui de mon affirmation.

» Je dois même l'avertir, afin d'éviter tout malentendu, que les Correspondances de Galilée sont partagées en deux séries, numérotées séparément; la série des *Lettres familières* et celle des *Lettres scientifiques*, et que la Lettre du 5 novembre 1639 ne se trouve ni dans l'un ni dans l'autre de ces deux Recueils.

» Quant aux deux Lettres que la Bibliothèque posséderait en dehors de la collection principale des Manuscrits de Galilée, cet établissement possède en effet plusieurs documents relatifs à Galilée, et qui ne se trouvent pas annexés à la grande collection; mais ce ne sont que des copies sans importance de pièces comprises dans le grand Recueil, et même parmi ces copies, il n'y a aucune Lettre portant les dates qu'on a signalées à M. Chasles. Deux Lettres provenant de la Bibliothèque *Rinuccini*, l'une du 19 mai 1640, l'autre du 29 mars 1641, dont aucune n'est autographe, pourraient avoir

(1) *Voir* la réponse de *M. Chasles* aux *Communications des Membres*, p. 740.

induit en erreur un observateur trop pressé, pour qui le 19 se serait changé en 10, et le 29 en 9; mais ces deux Lettres, loin de manquer dans l'édition de Florence des Œuvres de Galilée, y sont imprimées tout au long, aux pages 310 et 361 du tome VII.

» La Bibliothèque nationale de Florence possédait en outre une Lettre autographe de Galilée au P. Paul Sarpi (de 1604), qui a été déposée par ordre du Ministre de l'Instruction publique, à la Bibliothèque de Pise, le 8 avril 1864.

» Et voilà pour ce qui se rapporte aux Lettres autographes ou importantes que M. Chasles avait cru devoir signaler à mon attention.

» Relativement à la question de la *cécité de Galilée*, que M. Chasle croit épuisée à la suite de ses réponses, puisque le P. Secchi et MM. Martin et Faugère gardent le silence, je crains que l'illustre géomètre ne se hâte par trop de conclure, et qu'il ne prenne pour de l'acquiescement à ses opinions ce qui n'est peut-être (de la part du P. Secchi au moins) que de la lassitude et une sorte de retenue respectueuse. Il y a des allégations parfois qu'on ne saurait combattre autrement que par le silence, quand on a essayé en vain contre elles de toutes les armes que la critique historique nous permet d'employer. Comment pourrait-on, en effet, continuer la discussion sur la *cécité de Galilée*, lorsque tous les documents les plus authentiques qui l'affirment sont accusés de faux, et cela parce que d'autres documents, dont il faudrait d'abord avoir démontré l'authenticité, exigent, pour être authentiques, que Galilée ait pu faire usage de ses yeux jusqu'aux derniers mois de son existence? Rien n'est plus facile que d'affirmer les intentions bienveillantes d'un Inquisiteur qui se serait prêté à tromper la cour de Rome par amitié pour Galilée; mais où sont les preuves d'une telle bienveillance? Ne voit-on pas, dans les Rapports du R. P. Mazzarelli da Fanano, qu'il faisait surveiller Galilée, même par son fils? ne le voit-on pas informer l'Inquisition des relations que Galilée entretenait avec les États de Hollande? Et l'on prétend que ce même Galilée pouvait avoir une correspondance suivie avec des étrangers, sans que personne en prévînt la cour de Rome! Depuis quand a-t-on découvert qu'un Inquisiteur n'était pas surveillé par d'autres agents subalternes? Et peut-on admettre que, pendant quatre ans, Galilée ait simulé la cécité, sans qu'aucun de ses nombreux visiteurs s'en soit aperçu, sans que ses domestiques l'aient remarqué, sans qu'il en soit arrivé quelque chose aux oreilles du Saint-Office?

» Et d'ailleurs, sans compter toutes ses Lettres authentiques, ne sont-ce pas de la main de son fils Vincent, du P. Clément Settimi, d'Ambrogetti,

de Viviani et même de son valet Pierre Ferri, les notes marginales qu'il a ajoutées à son ouvrage : *Discorsi e Dimostrazioni Matematiche*, etc., etc., imprimé à Leyde, en 1638, que l'on conserve à la Bibliothèque de Florence?

» Est-ce qu'on ne sait pas que le mercredi, 8 septembre 1638, le grand-duc et le prince Léopold se rendirent en sa petite maison de la *Costa di San-Giorgio*, et s'y entretinrent avec lui pendant plus de deux heures? Peut-on supposer que les deux princes se prêtèrent à une comédie, et qu'ils continuèrent de s'y prêter jusqu'à la mort de Galilée?....

» Qu'ajoutait d'ailleurs la cécité aux autres infirmités du pauvre vieillard, pour qu'il lui fût plus facile d'obtenir par ce moyen la faculté de sortir d'Arcetri pour se rendre à Florence? Ce n'était point ses yeux, c'était sa parole entraînante qu'on redoutait à Rome. Profita-t-il beaucoup de cette permission, et ne sait-on pas qu'il lui fallut obtenir une autorisation spéciale pour aller faire ses pâques à l'église, qui était à deux pas de sa maisonnette?

» Et l'on voudrait supposer et soutenir que pour atteindre un si mince résultat, Galilée aurait voulu se faire aveugle pour le reste de ses jours, et s'astreindre à jouer un rôle qui, par ces temps de *surveillance*, ne laissait pas de présenter les plus grands dangers!

» Si Galilée s'excuse, dans ses Lettres, d'être obligé d'avoir recours à une main étrangère, ce n'est jamais parce qu'il suppose qu'on ignore qu'il est aveugle, mais bien pour justifier ses retards, ou la brièveté de ses réponses, ou l'insuffisance de certains renseignements que, faute de pouvoir faire usage de ses yeux, il n'était pas à même de donner d'une manière plus satisfaisante.

» Combien de fois, dans les Lettres authentiques du Recueil de Florence et dans les brouillons de ces mêmes Lettres, n'emploie-t-il pas l'expression : *j'écris*, quoique brouillons et Lettres soient tracés d'une autre main! Il serait même assez difficile, je crois, de trouver un aveugle qui, en dictant une lettre n'emploierait pas l'expression : *Je vous écris ceci*, *je vous écrirai cela*, au lieu de dire : *Je dicte* ou *je dicterai*. Galilée ne fait, en cette occasion, que suivre l'usage et le style ordinaire, quoiqu'il ajoute dans la même Lettre qu'il ne peut plus se servir de ses yeux, qu'il est obligé d'avoir recours à la main d'un autre, etc., etc.

» Et que faudrait-il penser de Viviani, son disciple enthousiaste, qui, en 1655 et 1656, venant en aide, par ses conseils et par un assez grand nombre de documents nouveaux, à Charles Manolessi, pour donner à Bologne une édition des Œuvres de Galilée, perd cette occasion d'assurer à son

illustre maître les découvertes dont il serait question dans les manuscrits de M. Chasles, découvertes qu'il devait cependant connaître mieux que personne, puisqu'elles auraient été faites pendant son séjour à la villa d'Arcetri, et qui, n'ayant aucun rapport direct avec le mouvement de la Terre, pouvaient être mises au jour sans danger, en dissimulant seulement leur date véritable?

» Et ce même Viviani n'en parle pas davantage dans le projet d'une grande édition monumentale des écrits de Galilée, que le Grand-Duc et le prince Léopold se proposaient de faire paraître plus tard, et qui se trouve parmi les manuscrits de Viviani à la Bibliothèque nationale de Florence!

» Qu'est-ce qui l'empêchait de parler du prétendu satellite de Saturne et des autres merveilles? Viviani n'était-il pas de l'*Académie del Cimento* quand Huygens publia ses découvertes de l'anneau et des satellites de Saturne, et n'aurait-il pas dû alors élever la voix en faveur de son maître, comme il l'avait fait en 1659 à propos de l'application du pendule aux horloges?

» En 1669 parut à Bologne un petit volume du P. Castelli, intitulé : *Alcuni opusculi filosofici*, etc., etc. Dans ce petit livre il y a un *Discours sur la vue* que l'auteur avait adressé à M. Ciampoli le 29 août 1639, et dans ce discours il est longuement question de l'affection qui causa la cécité de Galilée : Castelli s'y désole en songeant à la grande perte dont cette maladie avait été la cause.... A quoi bon ces regrets posthumes si la cécité n'eût point été véritable et complète?

» Enfin peut-on croire que Gherardini, un prêtre fort respectable, très-intimement lié avec le noble vieillard, dans une *Vie de Galilée* qui n'était point destinée à la publicité, aurait dit ce que je vais rapporter ici de la cécité et des souffrances du prisonnier d'Arcetri?

« .....Et parce qu'il s'employait à ce travail (celui de soigner son potager
» et sa vigne) pendant les journées où le Soleil était très-puissant à exciter,
» l'on attribue à ce désordre, comme à sa cause, la cécité du seigneur Galilée,
» déjà vieux; cécité qui fut très-pénible dans les dernières années, étant
» accompagnée de telles douleurs, qu'elles lui avaient ôté tout à fait le
» sommeil : il s'en plaignait tristement, mais il ne s'abstenait pas pour cela
» de dire quelques mots plaisants, quand l'occasion s'en présentait. Enfin,
» ne pouvant plus résister à ses souffrances, ni au poids des années, il lui
» fallut, après quelques jours d'une fièvre lente, quitter cette vie à l'âge de

» soixante-dix-sept ans, au milieu des larmes et des plus grands regrets de » ses amis et de tous ceux qui le connaissaient.... »

» Ici je m'arrête, pour ne pas abuser de la bienveillance de l'Académie; et puisque j'ai l'intention de ne plus l'entretenir de cette affaire, je déclare que mon silence n'aura d'autre motif à l'avenir que le sentiment de mon respect pour M. Chasles, dont je vois tout à fait inutile d'essayer à ébranler les convictions, trop profondes pour ne pas être respectables. »

PHYSIQUE. — *Dispersion de la lumière dans les différents gaz, démontrée au moyen des plaques épaisses de* M. Jamin. Note de **M. Croullebois**, présentée par M. Balard.

« Après avoir découvert une méthode éminemment commode pour mesurer la dispersion de la lumière dans les différents gaz, je me suis préoccupé de l'application que l'on en pourrait faire à tous les modes de production des franges. Parmi les procédés usités par les physiciens, il en est un qui mérite d'être généralisé : il repose sur l'emploi des plaques épaisses de M. Jamin.

» Nous avons fait connaître dans notre Mémoire comment la mesure des retards, ou, ce qui est la même chose, la mesure des franges transportées donnait la valeur de l'indice rapporté à une couleur élémentaire.

» L'étude synthétique et analytique des plaques épaisses nous a appris que, dans une lumière homogène, toutes les franges étaient équidistantes; ce premier point acquis par la théorie et par l'expérience, nous avons fixé la disposition suivante de nos appareils.

» Sur le banc de diffraction, aux deux extrémités de la règle, nous avons installé les supports des plaques, en dirigeant les faces réfléchissantes de telle sorte que les rayons interférentiels aient le maximum d'écartement. La lumière est fournie par la flamme d'une lampe Bunsen, dans laquelle on fait brûler un métal alcalin : la longueur d'ondulation est donnée par les tables de M. Mascart. Quand on opère avec cette lumière, en employant les précautions convenables, on voit le champ illuminé des plaques occupé par des bandes verticales d'interférences, alternativement noires et brillantes, et naissant rigoureusement à égale distance les unes des autres. Quand la lumière est bien homogène, toutes les franges se ressemblent parfaitement; il n'existe plus de repère; il n'y a plus de zone centrale, par rapport à laquelle tout est symétrique et à laquelle on peut viser.

» Il semble, au premier abord, qu'il y ait nécessité d'obtenir une réduc-

tion de ce nombre indéfini de franges, pour qu'on puisse sûrement revenir au point de départ par le jeu du compensateur, quand le phénomène a quitté le champ de la vision. Nous nous proposons de faire voir, au contraire, que la limitation des franges n'est pas nécessaire, pas plus pour les plaques épaisses de M. Jamin que pour les demi-lentilles de M. Billet, et que la multiplication est un avantage et comme une garantie d'exactitude.

» Quand les franges ont été rendues fines, très-rapprochées et amenées au maximum de beauté, nous plaçons entre les deux miroirs conjugués les deux tubes antagonistes, munis chacun de deux tubulures. Ces deux tubes ont $1^m,80$ de longueur, et ils sont fermés à leurs extrémités par des lames de glace très-pures, mastiquées avec soin. Ils ont été si bien travaillés par M. Duboscq, que leur interposition n'amène qu'un transport extrêmement faible.

» Veut-on, par exemple, déterminer la dispersion de l'air pour les couleurs de longueurs d'ondulation λ', λ'', λ'''..., on remplit les deux compartiments voisins de ce gaz parfaitement sec, sous la pression H lue sur le baromètre, et à la température t fournie par un thermomètre sensible. Cela fait, on arrête le fil réticulaire vertical de la loupe sur l'une des franges noires qui se dessinent dans le milieu de la plaque, et l'on s'assure que la coïncidence établie persiste pendant quelque temps. Quand tout est prêt, on met la tubulure de l'un des tubes en communication avec notre appareil à écoulement continu de mercure. Pour un écoulement suffisamment lent, ce qu'il est toujours possible d'obtenir, on voit les franges passer devant le fil réticulaire avec une vitesse convenable pour qu'on puisse les compter. Si les franges sont fines et très-rapprochées, on peut ainsi en compter un grand nombre, 80 ou 100; en fermant le robinet d'écoulement, on arrête leur transport.

» Connaissant le nombre K des franges déplacées, la longueur d'ondulation λ' de la lumière employée, la différence $H - H'$ des pressions dans les deux tubes, donnée par le cathétomètre, on conclut l'indice normal V au moyen de la formule suivante

$$V = \sqrt{1 + \frac{2K\lambda'.760}{E(H - H')(1 + \alpha t)}};$$

E représente la longueur commune des tubes, α le coefficient de dilatation de l'air.

» Cette formule définitive nous apprend que K est le seul élément physique que l'on emprunte à la méthode interférentielle; $K\lambda'$ doit être envi-

sagé comme la différence des deux distances qui séparent la frange centrale des deux franges visées au commencement et à la fin de l'expérience : les distances absolues sont, comme on le voit, inutiles à connaître. Toutefois, il est convenable de chercher à rapprocher le repère, autant que possible, des régions où doit se dessiner la frange centrale, surtout si l'on veut estimer un transport considérable, correspondant à une grande variation de pression.

» Qui ne voit, dans ce procédé si simple, une ressemblance ou tout au moins une analogie avec la méthode qu'a utilisée Fresnel dans la mesure des longueurs d'ondulation?

» Notre méthode nous a semblé digne d'être soumise à l'Académie, d'abord parce que nous la croyons nouvelle, et ensuite parce qu'elle dispense de l'usage délicat du compensateur. Le temps et les moyens nous manquent pour achever le vaste programme que nous nous sommes tracé, mais nous recommandons à ceux qui en ont le loisir et le goût de n'opérer qu'avec des franges fines et très-rapprochées ; la visée sera plus sûre, et le nombre des franges transportées beaucoup plus considérable : deux avantages qui assurent une double garantie d'exactitude. »

CHIMIE. — *De l'influence que la pression exerce sur les phénomènes chimiques.* Note de **M. Berthelot.**

« L'influence que la pression exerce sur les phénomènes chimiques est un problème pendant depuis trop longtemps, et trop souvent controversé pour qu'il soit permis à tout le monde de le discuter, sans être accusé de soulever à ce propos une réclamation de priorité. J'y ai pensé d'autant moins que j'ai rappelé, au début de ma communication, d'une part les expériences de M. Babinet, analogues à celles de M. Cailletet, et, d'autre part, les expériences de Faraday et de Gmelin (1), analogues aux miennes, lesquelles n'en diffèrent que parce que j'ai poussé la pression beaucoup plus loin. Les dernières expériences sont, je le répète, en contradiction formelle, non avec les faits observés dans les premières, mais avec les déductions que l'on a cru pouvoir en tirer, en tant que démontrant une influence directe de la pression sur la décomposition de l'acide sulfurique étendu par le zinc. J'ai cité aussi les expériences de M. Favre sur l'électrolyse, phénomène que la pression n'empêche pas davantage. J'aurais

(1) Gmelin, *Handbuch der Chemie*, 4e édition, t. I, p. 126 (1843).

pu citer encore les expériences de Gmelin sur la décomposition du carbonate de chaux par l'acide chlorhydrique, laquelle est également ralentie par la pression (en raison des complications secondaires qui en résultent et surtout de la saturation locale de la liqueur acide), mais sans en être empêchée, à tel point que ce savant a vu une couche d'acide carbonique liquéfié se former dans les tubes à la surface de la liqueur aqueuse. Peut-être aurait-il convenu de parler aussi des expériences de Perkins et de divers autres qui ont employé la presse hydraulique et le piézomètre. Bref, ces effets ont été observés par tous les physiciens et chimistes qui se sont occupés de la liquéfaction des gaz par le procédé de Faraday.

» J'ajouterai que la résistance des tubes a été mesurée dans mes expériences par des méthodes (1) bien connues des physiciens et fondées sur la loi de Mariotte, laquelle fournit une approximation suffisante dans le cas qui nous occupe. Quant à l'influence que le travail du verre peut exercer sur la résistance des tubes scellés à la lampe, toutes les fois que ce travail est fait par une main exercée, je suis rassuré à cet égard par le travail de dix à douze mille tubes scellés, dans lesquels j'ai eu occasion, depuis vingt ans, de développer des pressions qui se sont élevées parfois jusqu'à 800 atmosphères. Je crois inutile d'établir une controverse sur ce point.

» Quoi qu'il en soit, la théorie des effets chimiques dus à la pression demeure livrée à la discussion. Que M. Cailletet poursuive ses essais et je serai heureux d'applaudir à ses découvertes, comme tout le monde a pu le faire à l'occasion de ses élégantes recherches sur l'occlusion de l'oxyde de carbone par le fer. »

PHYSIOLOGIE COMPARÉE. — *Sur le mécanisme de la fécondation chez les Lépidoptères.* Note de **M. Balbiani**, présentée par M. Ch. Robin.

» Dans la Lettre de M. Cornalia, relative à la maladie corpusculeuse des vers à soie, adressée à M. Pasteur et reproduite dans le *Compte rendu* du 15 mars dernier, l'éminent naturaliste italien rapporte que M. le Marquis Crivelli aurait reconnu que lorsque des mâles corpusculeux s'étaient accouplés avec des femelles saines, ils ne leur communiquaient pas les *corpuscules* (*psorospermies*), et que les œufs étaient constamment sains.

» Dans les études auxquelles je me suis livré, il y a deux ans, sur la maladie corpusculeuse, et dont j'ai eu l'honneur de soumettre à cette époque

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. LXVI, p. 42.

quelques-uns des résultats à l'Académie, je m'étais déjà préoccupé de la question de savoir s'il fallait attribuer une part aux mâles dans la transmission des corpuscules à la graine. A cet effet, j'avais entrepris des expériences de grainage dans lesquelles je faisais accoupler des mâles corpusculeux avec des femelles saines. Pour déterminer l'état des papillons devant former les couples, j'avais eu recours à la méthode que j'ai décrite dans ma Note présentée à l'Académie dans la séance du 15 juillet 1867, méthode qui permet de constater la présence ou l'absence des *corpuscules* (*psorospermies*) chez les papillons vivants, sans aucun préjudice pour ceux-ci. La graine obtenue dans ces conditions s'est toujours montrée d'une santé parfaite, non-seulement à l'examen fait immédiatement après la ponte, mais encore aux différentes périodes du développement embryonnaire, et les jeunes vers éclos de cette graine ne présentaient non plus aucune trace de maladie. Malheureusement je n'ai pu les élever afin de m'assurer s'ils se seraient maintenus en bonne santé pendant toute la durée de l'éducation.

» Ce résultat ne présente pas un intérêt purement industriel, il me semble aussi jeter quelque lumière sur certains points encore obscurs du mécanisme de la fécondation chez les Insectes. Il est bien évident que les psorospermies, dites *corpuscules* (1), mêlées à la liqueur fécondante du mâle, ne pénètrent pas dans l'œuf de la femelle saine; mais doit-on supposer, avec M. Cornalia, que cela tient à ce que les ouvertures micropylaires de l'œuf, suffisantes pour donner entrée aux spermatozoïdes, sont trop étroites pour livrer passage aux corpuscules? Je crois pouvoir affirmer que telle n'est pas la cause de l'immunité de la graine fécondée par un mâle corpusculeux, et qu'il faut en chercher la véritable raison dans la disposition même des organes de la femelle qui interviennent dans la féeondation des œufs. On sait, en effet, que chez le Bombyx du mûrier, comme chez tous les autres Lépidoptères, les spermatozoïdes, avant leur union avec l'œuf, sont obligés de passer successivement par deux réservoirs dans chacun desquels ils séjournent pendant un temps plus ou moins long. L'un de ces réservoirs, ou poche copulatrice, s'avance directement au dehors par un canal particulier indépendant du canal évacuateur des œufs. C'est dans son intérieur que la liqueur fécondante est d'abord déposée lors de l'accouplement. De cette première vésicule elle passe ensuite dans le second réservoir, ou récep-

(1) *Voyez* Balbiani, *Études sur la maladie psorospermique des vers à soie.* (*Journal d'Anatomie et de Physiologie.* Paris, 1867; in-8, p. 263 et 329, *Pl. XII.*)

tacle séminal, lequel communique avec l'oviducte par un *étroit conduit*, le canal fécondateur, qui sert à distribuer aux œufs le sperme à mesure que ceux-ci descendent dans l'oviducte pour être évacués au dehors. L'aspect de ces deux réservoirs varie suivant qu'on les examine immédiatement après l'accouplement ou plus ou moins longtemps après. Dans le premier cas, la poche copulatrice est fortement distendue par le sperme accumulé dans son intérieur, tandis que le réceptacle séminal est vide et contracté. L'examen microscopique de son contenu, chez une femelle saine fécondée par un mâle corpusculeux, y révèle, outre de nombreux filaments spermatiques, des corpuscules en plus ou moins grande quantité, et des débris nombreux résultant de la destruction des vésicules dans lesquelles les spermatozoïdes se sont formés. Le lendemain de l'accouplement, et surtout les jous suivants, la poche copulatrice paraît moins gonflée et en partie vide; les spermatozoïdes y sont moins nombreux, mais les corpuscules et les débris membraneux sont tout aussi abondants que dans les moments qui suivent le rapprochement sexuel. Au contraire, le réceptacle séminal s'est rempli, mais ne renferme que des spermatozoïdes exclusivement, et pas un seul *corpuscule* (*psorospermie*) ni débris des vésicules spermatophores. On comprend donc que les organismes parasites ne puissent parvenir dans l'oviducte et introduire dans l'œuf un principe de maladie au même instant où l'élément mâle y développe l'aptitude à la vie.

» Il reste à nous demander quel est le but que la nature s'est proposé en donnant à l'appareil fécondateur la disposition que nous venons de rappeler sommairement. Il me paraît d'abord hors de doute que, dans les phénomènes de la fécondation, la poche copulatrice joue le rôle d'un organe épurateur du sperme en retenant les particules étrangères mêlées à ce liquide, et dont le contact avec l'œuf pourrait entraver son union avec l'élément mâle; tels sont les lambeaux des enveloppes spermatophores susceptibles d'obstruer les orifices de l'œuf par lesquels pénètrent les filaments fécondateurs. D'un autre côté, tout semble calculé de manière à opérer une sorte de sélection de ces filaments, en vertu de laquelle les mieux développés et les plus agiles parviennent seuls dans le réceptacle séminal pour se combiner ensuite avec l'élément femelle. Je crois qu'il est, en effet, démontré par les faits exposés plus haut que le transport des spermatozoïdes de la *poche copulatrice* au *réceptacle séminal* est entièrement dû aux mouvements propres de ces filaments; car si les contractions actives de la poche y intervenaient pour la moindre part, on devrait retrouver dans le réceptacle séminal, outre les spermatozoïdes, aussi une plus ou moins grande quantité

de corpuscules expulsés en même temps que ceux-ci; or, c'est ce qui n'a jamais lieu, comme nous l'avons vu précédemment. L'inertie de la poche copulatrice est prouvée encore par l'examen microscopique, qui ne montre aucun élément contractile dans ses parois, lesquelles sont uniquement formées d'une enveloppe sans structure, épaisse et résistante, doublée intérieurement d'une mince membrane composée de grandes cellules hexagonales juxtaposées. Par contre, le conduit qui la fait communiquer avec le réceptacle séminal présente des fibres musculaires striées très-prononcées, disposées circulairement, dont les contractions ont évidemment pour effet d'oblitérer la lumière du conduit, en sorte que, loin de favoriser la sortie des filaments, cette disposition paraît bien plutôt destinée à les retenir dans l'intérieur de la *poche copulatrice* jusqu'à ce qu'ils y aient acquis leur développement complet. Une fois parvenus dans le *réceptacle séminal*, les spermatozoïdes n'en sortent plus que pour pénétrer dans l'oviducte et y opérer la fécondation des œufs; or, cette fécondation devant être successive et intermittente, et coïncider avec le passage de chaque œuf devant l'orifice ovarien du conduit excréteur du réceptacle, il était nécessaire que la sortie des filaments spermatiques fût sous la dépendance des éléments musculaires intrinsèques du réservoir qui les renferme, et pour ainsi dire réglée par les contractions propres de celui-ci. Aussi ses parois sont-elles munies d'une couche musculaire puissante, formée de fibres transversales striées, s'étendant de la base au sommet de l'organe. Une couche semblable existe aussi dans le canal fécondateur, et sa disposition indique qu'elle doit amener, en se contractant, l'occlusion complète de ce conduit, en sorte que nous trouvons ici à la fois un appareil contractile, qui retient les filaments prisonniers dans le réceptacle séminal tant que l'œuf n'est pas engagé dans l'oviducte, et un autre appareil de même nature, qui détermine leur expulsion lorsqu'un de ces corps se présente devant l'embouchure du canal fécondateur. Le jeu réciproque de ces deux appareils musculaires est probablement réglé par des actions réflexes qui se manifestent sous l'influence de l'excitation produite par le contact de l'œuf avec le pourtour de l'orifice par lequel le sperme est versé dans l'oviducte. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur un bolide observé à Paris le 27 mars 1869.* Note de **M. Laussedat**, présentée par M. Ch. Sainte-Claire Deville.

« Samedi dernier, à $9^h 55^m$ du soir, je me trouvais vers le milieu du pont de la Tournelle, quand un bolide d'un éclat et d'une grosseur remar-

quables traversa le ciel, en se dirigeant du nord-ouest au sud-est. Il fit son apparition entre la constellation de la Chèvre et celle des Gémeaux, traversa cette seconde constellation, puis celle du Cancer, en laissant Procyon au-dessous de lui, et alla disparaître dans le voisinage de la tête de l'Hydre. J'ai évalué, avec une précision que je crois assez grande, la durée du phénomène à quatre ou cinq secondes, au plus. L'amplitude de la trajectoire apparente du bolide peut être portée à 40 degrés, au moins; au surplus, voici les coordonnées de trois points remarquables de cette trajectoire :

	Æ	D.	
Point de l'apparition................	$6^{h}.32^{m}$	36^{o}	boréale.
Point d'intersection avec l'écliptique....	7.36	21	boréale.
Point de la disparition..	8.24	0	

» Au premier moment, le diamètre apparent du noyau incandescent était presque le même que celui de Mars, qui se trouvait dans le voisinage et qui m'a servi de premier terme de comparaison; mais l'éclat du bolide était bien supérieur à celui de la planète et à celui de toutes les lumières artificielles qui couvraient les ports et les quais. De ce noyau partaient des étincelles qui formaient derrière lui une brillante traînée. Son volume apparent augmentait sensiblement, et, quand il arriva à l'extrémité de sa course, je pus le comparer très-aisément à la Lune au plein, qui en était peu éloignée, et j'évaluai son diamètre à $\frac{1}{6}$ ou $\frac{1}{8}$ de notre satellite. Le noyau avait une couleur rouge prononcée, et il était entouré d'une sorte d'atmosphère blanche d'un très-vif éclat. L'effet général était tout à fait analogue à celui d'une magnifique fusée d'artifice. L'extinction s'est faite sans bruit et sans explosion sensible. Le ciel était en grande partie couvert de nuages légers, à travers lesquels j'ai pu reconnaître toutes les constellations que je viens d'indiquer; mais mon impression a été que le bolide avait dû rester, pendant toute la durée de son apparition, au-dessous de la région des nuages. »

M. le Maréchal Vaillant, à l'occasion de la communication de M. Laussedat, exprime le désir que l'un des observateurs qui s'occupent des bolides parvienne à en obtenir le spectre et à constater l'existence des raies qui pourront s'y manifester.

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en comité secret.

La séance est levée à 6 heures un quart. É. D. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 22 mars 1869, les ouvrages dont les titres suivent :

Nouveau Dictionnaire de Médecine et de Chirurgie pratiques, publié sous la direction du Dr JACCOUD, t. X : COXAL-DEGL. Paris, 1869; in-8° avec figures.

Traité de Paléontologie végétale, ou la Flore du monde primitif dans ses rapports avec les formations géologiques et la Flore du monde actuel; par M. W.-Ph. SCHIMPER, t. I; 1 vol. in-8° avec atlas in-4°. 1re et 2e livraisons. Paris, 1869. (Présenté par M. Brongniart.)

Lettres inédites de Descartes, précédées d'une Introduction; par M. E. DE BUDÉ. Paris, 1868; br. in-8°.

Rapport à S. Exc. le Ministre de l'Instruction publique sur l'enseignement de la gymnastique dans les lycées, colléges, écoles normales et écoles primaires; par M. J.-B. HILLAIRET. Paris, 1869; br. in-8°. (Présenté par M. le Baron Larrey.)

Maladies des yeux. Leçons sur la réfraction et l'accommodation; par M. E. M. MEYER; *recueillies par* M. A.-L. ROULET. Paris, 1869; in-8°. (Présenté par M. le Baron Larrey.)

Researches... *Recherches sur le sang. — Action des nitrites sur le sang; par* M. A. GAMGEE. Édimbourg, 1868; in-4°.

Die... *Les Mollusques fossiles des bassins tertiaires de Vienne; par* M. M. HOERNES. Vienne, sans date; in-4° avec planches.

L'Académie a reçu, dans la séance du 29 mars 1869, les ouvrages dont les titres suivent :

Histoire de la Chimie; par M. F. HOEFER, t. II. Paris, 1869; in-8°, 2e édition. (Présenté par M. Fremy.)

De l'acide atractylique et des atractylates ($S^4O^{12}, C^{60}H^{52}O^{20}.3HO$), *produits immédiats extraits de la racine d'*Atractylis gummifera; *par* M. E. LEFRANC. Paris, 1869; br. in-8°. (Présenté par M. le Baron Larrey.)

De l'induction et des appareils électro-médicaux; par M. F.-P. Le Roux. Paris, 1869; in-4°. (Présenté par M. Jamin.)

Mémoires de l'Académie impériale des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Savoie, seconde série, t. X. Chambéry, 1869; in-8°.

L'Araucana, poëme épique espagnol; *par* Don Alonzo de Ercilla y Zuniga; traduit complétement pour la première fois en français avec une introduction, des notes et un catalogue raisonné des poésies narratives en Espagne, par M. A. Nicolas, t. Ier. Paris, 1869; in-12.

Récit d'une exploration géologique dans la vallée de la Sègre (Catalogne); par M. A. Leymerie. Paris, 1869. (Extrait des *Comptes rendus de l'Académie des Sciences.*)

Études sur l'Exposition de 1867. *Annales et Archives de l'industrie au* XIXe *siècle,* 38e fascicule, t. VIII, 15 mars 1869. Paris, 1869; in-8° avec planches.

Les Merveilles de la Science, ou Description populaire des inventions modernes; par M. Louis Figuier, 29e série. Paris, 1869; grand in-8° avec figures.

Discours prononcé à l'ouverture du cours de cochinchinois à l'École-annexe de la Sorbonne; par M. A. des Michels. Paris, 1869; br. in-8°.

D'une nouvelle méthode pour déterminer la parallaxe du Soleil; par M. C. Settimanni. Florence, 1869; br. in-8°.

I. *Réapparition du genre* Arethusina, Barr. II. *Faune silurienne des environs de Hof, en Bavière; par* M. J. Barrande. Prague et Paris, 1868; br. in-8°.

Der... *Sur le pharynx de l'homme; par* M. H. Luschka. Tubingue, 1868; in-4° avec planches. (Présenté par M. Ch. Robin pour le concours des prix de Médecine et Chirurgie, 1869.)

Annuario... *Annuaire de l'Université de Coïmbre.* Coïmbre, 1868; in-12.

Atti... *Actes de l'Institut royal d'encouragement des Sciences naturelles, économiques et technologiques,* 2e série, t. V. Naples, 1868; in-4°.

De... *Des travaux académiques de l'Institut royal d'encouragement des Sciences naturelles, économiques et technologiques de Naples pendant l'année* 1868 : *Relation; par* M. F. Del Giudice. Naples, 1869; in-4°.

Nederlandsch... *Annuaire météorologique des Pays-Bas, publié par l'Institut météorologique royal de Néerlande,* 20e année, 1re partie. Utrecht, 1868; in-4° oblong.

PUBLICATIONS PÉRIODIQUES REÇUES PAR L'ACADÉMIE PENDANT LE MOIS DE FÉVRIER 1869.

Annales de Chimie et de Physique; par MM. CHEVREUL, DUMAS, BOUSSINGAULT, REGNAULT, WURTZ, avec la collaboration de M. BERTIN. Février 1869; in-8°.

Annales du Génie civil; février 1869; in-8°.

Bibliothèque universelle et Revue suisse; n° 134, 1869; in-8°.

Bulletin de l'Académie impériale de Médecine; n°s des 15 et 31 janvier 1869; in-8°.

Bulletin de l'Académie royale de Médecine de Belgique, n° 10, 1869; in-8°.

Bulletin de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique; n° 1er, 1869; in-8°.

Bulletin de la Société d'Agriculture, Sciences et Arts de la Sarthe; 4e trimestre, 1868; in-8°.

Bulletin de la Société de Géographie; novembre et décembre 1868; in-8°.

(*La suite du* Bulletin *au prochain numéro.*)

ERRATA.

(Séance du 15 mars 1869.)

Page 661, ligne 32, *après* légèrement, *ajoutez* quand on la sature par le gaz ammoniac, mais elle ne laisse pas déposer de cristaux.

Page 662, ligne 2, *au lieu de* $\left.\begin{matrix}C^3H^5\\Na\end{matrix}\right\} SO^3 = 2H^2O$, *lisez* $\left.\begin{matrix}C^3H^5\\Na\end{matrix}\right\} SO^3 + 2H^2O$.

Page 662, ligne 3, *au lieu de* au-dessous, *lisez* au-dessus.

Page 662, ligne 23, *au lieu de* 20 millimètres, *lisez* 200 millimètres.

Page 662, lignes 2, 3, 4, 5, en remontant, *au lieu de* éther propionyl..., *lisez* éther propyl....

(Séance du 22 mars 1869.)

Page 727, ligne 3, *au lieu de* 85 et 86, *lisez* 68 et 70.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 5 AVRIL 1869.

PRÉSIDENCE DE M. CLAUDE BERNARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉTÉOROLOGIE. — *Des quantités d'eau tombées près et loin des bois.* Note de **MM. Becquerel** et **Edm. Becquerel**.

« Ce travail fait suite à celui que nous avons présenté, mon fils et moi, sur la température de l'air loin et près des bois, dans cinq localités de l'arrondissement de Montargis (Loiret). Notre but a été non-seulement de faire connaître les quantités d'eau tombées, mais encore de les rattacher à un principe général qui régit la chute de la pluie, depuis une certaine distance des côtes de l'Océan jusqu'aux montagnes les plus élevées du centre de la France, principe que M. Belgrand a bien établi dans son travail sur le régime des pluies dans les bassins de la Seine, de la Loire et de leurs affluents.

» Mais avant d'en faire connaître les résultats, il est nécessaire, pour se rendre compte de l'influence des bois sur les pluies, de montrer d'abord les causes qui interviennent, en général, sur leur chute.

» Toute cause qui produit un refroidissement dans une masse gazeuse saturée de vapeur d'eau, à une température quelconque, détermine une précipitation d'eau, dont la quantité dépend du degré de refroidissement;

il peut donc en résulter, suivant ce degré, un léger brouillard, une bruine ou des gouttes de pluie.

» M. Babinet, dans la théorie ingénieuse qu'il a donnée de la pluie, envisage comme il suit le refroidissement produit dans une masse d'air humide : Lorsqu'un gaz se dilate, il y a abaissement de température; or les masses humides transportées par les vents montent ou descendent suivant le relief du sol. Si elles montent, la pression qu'elles supportent devient moindre, leur température s'abaisse, le degré d'humidité augmente, et si les masses sont au maximum d'humidité, la vapeur d'eau se condense et il y a pluie.

» Supposons un vent soufflant de la mer et par conséquent humide, et rencontrant une montagne d'une hauteur limitée; ce courant d'air sera refoulé sur lui-même, s'élèvera en glissant sur la surface de la montagne; la température s'abaissera en s'élevant, et, suivant la hauteur de la montagne, la température de l'air et son degré d'humidité, il pourra y avoir de la pluie sur un des versants et beau temps sur le versant opposé : il doit donc pleuvoir davantage sur les montagnes que dans les plaines; mais il y a des exceptions dont il faut tenir compte dans la discussion des observations, telles que la direction de la montagne par rapport aux vents pluvieux, celles des vallées adjacentes, leur largeur, l'inclinaison des pentes, etc.

» On peut en déduire cette conséquence que, lorsqu'une masse d'air humide, poussée par les vents, rencontre des montagnes, des bois, surtout des bois touffus d'une certaine étendue, dans ce cas, des effets du même genre sont produits : une partie de la masse d'air s'écoule entre les arbres, sa marche se ralentit à cause du frottement qu'elle éprouve de la part des arbres ; mais, en raison de la loi d'égal débit, l'air qui viendra après celui qui a été ralenti dans sa marche donnera lieu à une élévation dans la masse gazeuse, et il s'ensuivra alors les effets dont on vient de parler.

» Ces préliminaires posés, on conçoit que lorsqu'une masse d'air plus ou moins saturée de vapeur venant du sud-ouest, traverse une contrée au delà de laquelle se trouve une vaste forêt, le régime des pluies en avant de celle-ci pourra ne pas être changé, si l'état hygrométrique de l'air n'est pas influencé par la forêt ; mais il pourra pleuvoir au delà, d'après les principes précédemment exposés. Si au lieu d'une forêt il n'existe qu'un bois de peu d'étendue, les effets seront moins sensibles. On voit, d'après ce qui précède, combien est complexe l'influence des forêts sur les pluies.

» C'est un motif pour étudier cette question dans un grand nombre de

localités. Il n'est nullement question, dans ce Mémoire, de l'influence des forêts sur les pluies et les sources.

» Les observations udométriques ont été recueillies dans les mêmes localités que celles qui ont été faites sur la température de l'air, sous bois et hors des bois, en 1866, 1867 et 1868 (*voir* le *Compte rendu* de la séance du 22 mars dernier). Ces localités sont situées dans une contrée entrecoupée de vallées, de plaines cultivées et de bois de peu d'étendue, à l'exception de Montargis, qui se trouve à 1 ou 2 kilomètres en avant de la forêt de ce nom par rapport aux vents de pluie (sud-ouest et ouest).

» Cinq tableaux (cotés 1, 2, 3, 4, 5) donnent les quantités d'eau tombées par mois, par saison et annuellement dans chacune des cinq localités précédemment indiquées; on en tire les conséquences suivantes :

La Jacqueminière	688,33 mm
Le Charme	688,23
Montargis	684,35
Châtillon	666,88

» Les observations de la cinquième localité ayant été interrompues en 1867, et donnant sensiblement les mêmes quantités d'eau que le Charme, on peut admettre également pour la Salvionnière 688 millimètres.

» Les différences entre les quantités moyennes d'eau tombées pendant trois années sont assez faibles pour qu'on puisse en conclure que le régime des pluies est le même dans une contrée de 8 ou 10 lieues d'étendue, composée de bois et de terres cultivées; dans des plaines, l'influence des bois disséminés çà et là ne s'est donc pas fait sentir sur les moyennes annuelles des quantités d'eau tombées.

» Si l'on compare les quantités d'eau tombées dans chaque saison, en 1866, 1867 et 1868, dans quatre localités, on trouve 9 maxima en été, 3 au printemps, 3 en automne.

» M. Parant se livre depuis longtemps, à Montargis, avec beaucoup de soin et d'intelligence, à des observations météorologiques qu'il a bien voulu nous communiquer; il a constaté que la plus grande quantité d'eau tombée de 1855 à 1859 a eu lieu en automne, qu'il en est de même de 1855 à 1866, et qu'en y comprenant 1867 et 1868, formant en tout une période de neuf années, on a eu :

Hiver	123,98
Printemps	170,90
Été	166,34
Automne	169,53

c'est-à-dire qu'il y a une répartition presque égale de pluie au printemps, en été et en automne, le minimum ayant eu lieu en hiver.

» Si l'on ne considère que les quatre dernières années, on trouve que la plus grande quantité d'eau est tombée deux fois en été (1865 et 1868), une fois en automne (1867) et une fois au printemps (1867). On voit par là qu'à Montargis il y a une grande irrégularité dans les époques des maxima et des minima : il en est à peu près de même dans les autres localités; cependant les maxima ont plutôt lieu en été et en automne qu'au printemps, et les minima en hiver, comme à Montargis.

» Cette distribution des pluies est peu favorable à la culture de la vigne; car la maturité du raisin s'achevant dans les mois de juillet et d'août, si, pendant ces deux premiers mois, le raisin n'a pas reçu la quantité de chaleur nécessaire à sa maturité, ce qui arrive ici à cause des pluies d'été et d'automne, dont l'effet est de refroidir l'atmosphère, on a alors des vins de médiocre qualité : c'est précisément ce qui a lieu fréquemment dans les localités où les observations ont été faites. C'est un motif quand on veut cultiver la vigne sous nos latitudes, avec le désir d'avoir du vin de bonne qualité, de commencer par examiner si la contrée est à pluie d'été, ou non, si le maximum a lieu dans une autre saison; cette condition, avec la nature du sol calcaire ou siliceux, et l'exposition assurent le succès de la culture.

» Comparons maintenant ces quantités de pluie à celles qui tombent dans les bassins de la Seine, de la Loire et de leurs affluents.

» M. Belgrand, auquel on doit d'importants travaux sur les phénomènes udométriques dans ces bassins et les plateaux adjacents, est arrivé à cette conséquence, que la quantité d'eau tombée en moyenne va en augmentant avec l'altitude, mais non pas dans un rapport proportionnel à la différence de niveau.

» Ainsi à Montpezat, dans la Loire-Inférieure, pour 1000 mètres d'élévation, il y a $1^{m},560$ de pluie, tandis que, dans le département de l'Allier, pour 1075 mètres d'élévation, il n'y a que $0^{m},690$ de pluie.

» Dans la Loire supérieure, à Saulieu, pour 310 mètres d'élévation, il y a 1 mètre d'eau, tandis qu'à Massiac (bassin de l'Allier), pour 540 mètres d'altitude, il n'y a que $0^{m},690$ d'eau.

» Pour expliquer ces différences, il ne faut pas perdre de vue que la quantité d'eau tombée dans les bassins et les vallées dépend non-seulement de l'altitude, mais encore de leur direction par rapport aux vents de pluie, de leur largeur, de la rapidité des vents, de l'inclinaison des pentes et des abris en y comprenant les bois.

» Revenons aux quantités d'eau tombées dans les cinq localités de l'arrondissement de Montargis.

» Si en partant de Paris, dont l'altitude au niveau de la Seine, vis-à-vis de la Monnaie, est de $32^m,35$, on remonte la Seine jusqu'à Moret, où se jette le Loing, et qu'on remonte cette rivière jusqu'à Montargis, dont l'altitude est de 116 mètres, le terrain va sans cesse en s'élevant au-dessus du niveau de la mer jusque dans les quatre localités indiquées, puisque le Loing traverse le canton de Châtillon-sur-Loing. Or, dans les localités du bassin de la Seine, à Paris, et plateaux adjacents, il est tombé en moyenne, pendant 1866, 1867 et 1868, $0^m,610$, et en onze années, annuellement, $0^m,549$, tandis que, dans les cinq localités de l'arrondissement de Montargis, dont l'altitude est de $83^m,55$ au-dessus de celle de Paris, il en est tombé annuellement en moyenne, en trois ans, $0^m,682$, c'est-à-dire $\frac{1}{8}$ de plus que dans les environs de Paris, et $\frac{1}{5}$ si l'on prend les onze années. Ce résultat confirme donc l'augmentation d'eau tombée avec l'altitude, et s'explique très-bien d'après la théorie de M. Babinet mentionnée précédemment. »

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Documents relatifs à Galilée;* *par* **M. Chasles.**

« Les douze pièces manuscrites que, sur l'invitation de M. Élie de Beaumont, agréée par l'Académie, j'ai insérées dans le *Compte rendu* de notre dernière séance, pièces émanées de Galilée, de Milton, de Louis XIV et de Cassini, constatent toutes la non-cécité complète de l'illustre astronome; ce qui était le point capital contesté avec tant de persévérance, principalement par MM. H. Martin et Faugère (1), et sur lequel revenait M. Govi.

» Mais, en outre, ces pièces relatent avec clarté les points principaux de la vie de Galilée déjà connus, et signalent des recherches et des résultats sur lesquels on a gardé le silence, bien qu'il en existe certaines mentions, et une découverte surtout dont on n'avait point encore mis au jour aucun indice. Ainsi l'on y trouve, avec le témoignage de Cassini lui-même, la

(1) Je nomme ici MM. Faugère et H. Martin, parce que, après l'initiative qu'ils ont prise avec tant de confiance auprès de l'Académie et toutes leurs accusations de fausseté de l'arsenal de documents, fabriqués pour les besoins de la cause, pour nuire à Newton, ils semblent, par leur silence actuel, persévérer dans leur système, nonobstant la réfutation de leurs raisonnements et les preuves réitérées de leurs erreurs.

découverte de l'anneau, ainsi que de deux satellites de Saturne, dont il était déjà question dans les Lettres imprimées de Galilée (1) et dans une Lettre du P. Castelli du 4 août 1640 (2), mais dont on s'est toujours abstenu de tenir compte dans cette partie de l'histoire de l'Astronomie. Bien plus, on y trouve la découverte d'une nouvelle planète aperçue par Galilée dans la direction et à une distance prodigieuse de Saturne, sur les confins de l'empire solaire, planète qu'il avait signalée à ses amis de France, et qu'il leur demandait de nommer *Uranie*.

» On y voit encore que Galilée, qui avait dû ces découvertes aux perfectionnements qu'il avait apportés constamment à son télescope, était parvenu dans les derniers temps de sa vie à un grossissement prodigieux (3), et que, l'état de ses yeux ne lui permettant plus de se servir lui-même de son précieux instrument, il l'avait envoyé à Pascal. Ce passage de la Notice de Cassini confirme ce qu'avaient appris déjà les premières Lettres de Galilée que j'avais eu à citer (séance du 18 novembre 1867).

» L'importance des Documents actuels me fait désirer qu'ils soient dès ce moment à la disposition de l'Académie, et que tous nos confrères puissent en scruter l'état matériel à tous égards, et faire la vérification des écritures que peut demander une certitude absolue.

» J'ai donc l'honneur d'offrir à l'Académie ces douze pièces, qui pourront faire partie de la Bibliothèque ou des Archives de l'Institut.

» Que l'Académie me permette de dire encore une fois ici qu'on ne trouverait point d'exemple de question historique, littéraire ou scientifique, dans laquelle on aurait eu autant de moyens de s'éclairer que dans celle à laquelle ont donné lieu les Documents dont j'ai entretenu l'Académie, puisque ces Documents, sur lesquels il s'agit de porter un jugement, sont dans leur ensemble extrêmement nombreux, et qu'ils roulent sur toutes les connaissances si variées, je pourrais dire universelles, que possédait l'illustre Florentin : mathématiques, physique, astronomie, histoire littéraire et dramatique de l'Italie à toutes les époques, appréciation des œuvres de Brunetto Latini, de Dante, de Pétrarque, de Boccace, de l'Arioste, du Tasse, etc.

---

(1) *Opere complete di Galileo Galilei*, t. VI, p. 115 et 141, et t. VII, p. 334.

(2) *Ibid.*, t. X, p. 394.

(3) Cassini dit un grossissement de quinze mille fois. Il y a là évidemment une inadvertance, un *lapsus calami*. Par une Lettre du 20 janvier 1639, Galilée annonce à Pascal qu'il lui envoie « une nouvelle lunette perfectionnée qui grossit pour le moins 500 fois; » et par une autre Lettre, du 20 novembre 1639, il annonce un nouveau télescope qu'il vient d'achever et qu'il croit meilleur que tous ceux qu'il a déjà faits.

» Que mes adversaires s'expliquent donc enfin, et disent s'ils croient que tout cela, bien qu'empreint du génie de Galilée, est l'œuvre d'un autre.

» Qu'ils veuillent bien dire aussi si le même faussaire, le faussaire *aux longues oreilles*, par exemple, signalé par M. Faugère, a fait aussi les autres séries de Documents, parfois si nombreux et toujours parfaitement concordants, de Milton, de Shakspere, de Vondel, de Rotrou, de Corneille, de Balzac, de Voiture, de Benserade, de Scarron, etc., sans parler des nombreuses Lettres scientifiques de Pascal et de beaucoup d'autres correspondances.

» Comment conserveront-ils la moindre illusion, le moindre doute? Et comment, surtout, MM. Henri Martin et Faugère, qui se regardent comme si compétents dans une telle question, ne se croient-ils pas obligés, sinon d'excuser leurs premières attaques, au moins de faire connaître leur opinion actuelle, après que tant de documents nouveaux ont été produits? »

« **M. Élie de Beaumont** prend la parole pour signaler l'importance du don que *M. Chasles* veut bien faire à la Bibliothèque de l'Institut.

» Une Lettre autographe de Galilée à Louis XIII, dit-il, paraphée par Louis XIV, *manu propriâ*, dans laquelle l'illustre astronome explique ingénument au Roi de France qu'il n'est pas aussi complétement aveugle qu'on le dit, mais qu'il se garde de détruire l'heureuse erreur devenue l'égide de la liberté qu'on lui laisse, une pareille Lettre me paraît être un document historique d'une valeur incomparable.

» M. le Secrétaire perpétuel ajoute quelques remarques sur les caractères évidents de vétusté que présentent les manuscrits placés devant lui sur le bureau, mais il reconnaît ensuite, avec M. Chasles, que les meilleurs garants de leur origine sont les preuves morales qui ressortent de leur lecture.

» Les auteurs des Lettres et des Notices insérées dans le dernier numéro des *Comptes rendus* ont laissé courir leur plume naturellement; ils sont toujours forcément restés dans leur style propre et dans leur situation du moment; mais il n'a pu appartenir à personne de se mettre à leur place pour écrire *ad libitum* du Galilée, du Milton, du Louis XIV, du Cassini en harmonie avec des circonstances toujours plus ou moins émouvantes et obscures. *Le style, c'est tout l'homme*, et il eût sans doute été difficile à un misérable faussaire de s'élever à la noble simplicité de Louis XIV, parlant, d'une voix si souvent toute-puissante, de l'illustre persécuté qui avait été l'ami de son aïeule la reine Marie de Médicis.

» Les autres pièces, en assez grand nombre, que M. Chasles a consignées dans les *Comptes rendus*, depuis près de deux ans, sans qu'on y trouve aucune des incohérences qui n'auraient pu manquer d'échapper à des faussaires, portent d'une manière non moins évidente le cachet moral de leur authenticité. »

« **M. P. Gervais** fait hommage à l'Académie des livraisons 8 et 9 de son ouvrage intitulé : *Zoologie et Paléontologie générales*.

» Elles renferment : 1° de nouveaux détails relatifs au genre *Typotherium* (*Mesotherium*, Serres); 2° plusieurs Notices consacrées à des mammifères de la période tertiaire, fossiles en Provence, à Montpellier, à Montouliers (Hérault), à Perpignan, à Castres et à Lautrec (Tarn), dans l'Orléanais, le Soissonnais, etc.; 3° la comparaison des genres *Zeuglodon* et *Squalodon;* 4° la description de nouvelles pièces appartenant au genre *Halitherium*, particulièrement celle d'un maxillaire inférieur découvert à Léognan (Gironde), par M. Delfortrie, et d'un crâne découvert avec d'autres parties du même squelette à Étrichy, près Étampes, par M. Munier-Chalmas; 5° des remarques ostéologiques sur le *Dronte* et le *Solitaire*.

» Cet ouvrage est accompagné d'un atlas. »

M. Is. Pierre fait hommage à l'Académie : 1° du tome II de ses « Études théoriques et pratiques d'agronomie et de physiologie végétale» : ce volume comprend les plantes fourragères, les graines et les produits dérivés; 2° d'une brochure intitulée : « Fragment d'étude sur les assolements et sur les engrais; extrait d'une leçon faite à la Faculté des Sciences de Caen ».

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

GÉOMÉTRIE. — *Détermination des plans osculateurs et des rayons de courbure en un point multiple d'une courbe gauche.* Mémoire de **M. Painvin**, présenté par M. Bertrand. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Bertrand, Serret, O. Bonnet).

« En appliquant aux courbes gauches la méthode que j'avais adoptée pour l'étude de la courbure en un point multiple d'une surface (*Comptes rendus*, 1er semestre, janvier 1869), j'ai été conduit aux résultats suivants :

» 1. Lorsqu'une courbe gauche est définie par deux équations de la

forme

$$(\Delta)\quad \begin{cases} S = \varphi_p(x, y, z) + \varphi_{p+1}(x, y, z) + \varphi_{p+2}(x, y, z) + \ldots = 0, \\ T = \psi_q(x, y, z) + \psi_{q+1}(x, y, z) + \psi_{q+2}(x, y, z) + \ldots = 0, \end{cases}$$

les fonctions φ_p et ψ_q n'ayant pas de facteur rationnel commun, l'origine O est un point multiple d'ordre pq pour la courbe gauche Δ; il y a pq branches (réelles ou imaginaires) passant par ce point, et les tangentes sont définies par les deux équations

$$(1)\qquad \varphi_p(\alpha, \beta, \gamma) = 0, \quad \psi_q(\alpha, \beta, \gamma) = 0.$$

» Un plan quelconque, passant par une de ces tangentes (α, β, γ), rencontre la courbe gauche en $(pq + 1)$ points coïncidant avec O; le plan osculateur à la branche touchée par la droite (α, β, γ) a pour équation

$$(2)\quad \begin{cases} \varphi_{p+1}(\alpha, \beta, \gamma)\left(x\dfrac{d\psi_q}{d\alpha} + y\dfrac{d\psi_q}{d\beta} + z\dfrac{d\psi_q}{d\gamma}\right) \\ = \psi_{q+1}(\alpha, \beta, \gamma)\left(x\dfrac{d\varphi_p}{d\alpha} + y\dfrac{d\varphi_p}{d\beta} + z\dfrac{d\varphi_p}{d\gamma}\right); \end{cases}$$

ce plan rencontre la courbe gauche en $(pq + 2)$ points coïncidant avec l'origine O.

» Le rayon de courbure R, en O, pour la branche considérée, sera donné par la formule

$$(3)\qquad 2R = (\alpha^2 + \beta^2 + \gamma^2)\frac{\sqrt{A_1^2 + B_1^2 + C_1^2}}{\sqrt{A^2 + B^2 + C^2}};$$

dans cette formule on a posé

$$(4)\quad \begin{cases} A = \psi_{q+1}(\alpha, \beta, \gamma)\dfrac{d\varphi_p}{d\alpha} - \varphi_{p+1}(\alpha, \beta, \gamma)\dfrac{d\psi_q}{d\alpha}, & A_1 = \dfrac{d\psi_q}{d\beta}\dfrac{d\varphi_p}{d\gamma} - \dfrac{d\psi_q}{d\gamma}\dfrac{d\varphi_p}{d\beta}; \\ B = \psi_{q+1}(\alpha, \beta, \gamma)\dfrac{d\varphi_p}{d\beta} - \varphi_{p+1}(\alpha, \beta, \gamma)\dfrac{d\psi_q}{d\beta}, & B_1 = \dfrac{d\psi_q}{d\gamma}\dfrac{d\varphi_p}{d\alpha} - \dfrac{d\psi_q}{d\alpha}\dfrac{d\varphi_p}{d\gamma}; \\ C = \psi_{q+1}(\alpha, \beta, \gamma)\dfrac{d\varphi_p}{d\gamma} - \varphi_{p+1}(\alpha, \beta, \gamma)\dfrac{d\psi_q}{d\gamma}, & C_1 = \dfrac{d\psi_q}{d\alpha}\dfrac{d\varphi_p}{d\beta} - \dfrac{d\psi_q}{d\beta}\dfrac{d\varphi_p}{d\alpha}. \end{cases}$$

» Le rayon de courbure est nul, lorsque la droite (α, β, γ) est une génératrice double, soit pour l'un des cônes φ_p ou ψ_q, soit pour tous les deux; le rayon de courbure est infini lorsque cette droite est une tangente inflexionnelle pour les deux surfaces S et T.

» 2. Lorsqu'une courbe gauche est définie par deux équations de la forme

$$(\Delta)\quad \begin{cases} S = \varphi_i(x, y, z)[\theta(x, y, z)]^k + \varphi_{p+1}(x, y, z) + \varphi_{p+2}(x, y, z) + \ldots = 0, \\ T = \psi_j(x, y, z)[\theta(x, y, z)]^k + \psi_{q+1}(x, y, z) + \psi_{q+2}(x, y, z) + \ldots = 0, \end{cases}$$

la fonction $\theta(x, y, z)$ étant homogène et de degré r, de sorte que

$$i + kr = p, \quad j + kr = q;$$

l'origine O est un point multiple d'ordre

$$P = ij + kr(i + j + kr + 1) = pq + kr,$$

pour la courbe gauche Δ.

» Le nombre des tangentes, pour les branches (réelles ou imaginaires) de la courbe passant par le point O est égal à

$$P' = ij + r(i + j + kr + 1).$$

» Les ij premières tangentes sont définies par le système d'équations

$$(1) \qquad \varphi_i(\alpha, \beta, \gamma) = 0, \quad \psi_j(\alpha, \beta, \gamma) = 0, \quad (ij);$$

elles correspondent à des branches simples. Les $r(i + j + kr + 1)$ autres tangentes sont définies par les équations

$$(2) \quad \left\{ \begin{array}{c} \theta(\alpha, \beta, \gamma) = 0, \\ \chi(\alpha, \beta, \gamma) = \varphi_{p+1}(\alpha, \beta, \gamma)\psi_j(\alpha, \beta, \gamma) - \psi_{q+1}(\alpha, \beta, \gamma)\varphi_i(\alpha, \beta, \gamma) = 0; \end{array} \right.$$

chacune d'elles résulte de la superposition de k tangentes, et est touchée par k branches (réelles ou imaginaires) de la courbe Δ.

» Les plans osculateurs aux branches dont les tangentes sont définies par le système (1) seront données à l'aide de la formule (2) n° 1.

» Quant aux branches dont les tangentes sont définies par le système (2), nous aurons à distinguer les deux hypothèses suivantes :

1° Si $k > 1$, l'équation du plan osculateur est

$$(3) \qquad x\frac{d\chi}{d\alpha} + y\frac{d\chi}{d\beta} + z\frac{d\chi}{d\gamma} = 0;$$

2° Si $k = 1$, l'équation du plan osculateur est

$$(4) \qquad H\left(x\frac{d\theta}{d\alpha} + y\frac{d\theta}{d\beta} + z\frac{d\theta}{d\gamma}\right) = G\left(x\frac{d\chi}{d\alpha} + y\frac{d\chi}{d\beta} + z\frac{d\chi}{d\gamma}\right),$$

la fonction χ est définie par la seconde des égalités (2), les coefficients H et G ont les valeurs qui suivent

$$(5) \quad \left\{ \begin{array}{c} H = \varphi_i(\alpha, \beta, \gamma)[\varphi_{p+2}(\alpha, \beta, \gamma)\psi_j(\alpha, \beta, \gamma) - \psi_{q+2}(\alpha, \beta, \gamma)\varphi_i(\alpha, \beta, \gamma)], \\ G = \varphi_{p+1}(\alpha, \beta, \gamma). \end{array} \right.$$

» Les rayons de courbure pour les branches dont les tangentes sont définies par le système (1) seront donnés par les formules (3) et (4) du n° 1.

» Quant aux branches dont les tangentes sont définies par le système (2), nous aurons deux hypothèses à distinguer :

1° Si $k > 1$, le rayon du cercle osculateur est toujours nul;

2° Si $k = 1$, le rayon de courbure est donné par la formule

$$(6)\qquad 2R = (\alpha^2 + \beta^2 + \gamma^2)\varphi_i(\alpha, \beta, \gamma)\frac{\sqrt{A_1^2 + B_1^2 + C_1^2}}{\sqrt{A^2 + B^2 + C^2}},$$

$$(7)\qquad \begin{cases} A = H\dfrac{d\theta}{d\alpha} - G\dfrac{d\chi}{d\alpha}; & A_1 = \dfrac{d\chi}{d\gamma}\dfrac{d\theta}{d\beta} - \dfrac{d\chi}{d\beta}\dfrac{d\theta}{d\gamma}; \\ B = H\dfrac{d\theta}{d\beta} - G\dfrac{d\chi}{d\beta}; & B_1 = \dfrac{d\chi}{d\alpha}\dfrac{d\theta}{d\gamma} - \dfrac{d\chi}{d\gamma}\dfrac{d\theta}{d\alpha}; \\ C = H\dfrac{d\theta}{d\gamma} - G\dfrac{d\chi}{d\gamma}; & C_1 = \dfrac{d\chi}{d\beta}\dfrac{d\theta}{d\alpha} - \dfrac{d\chi}{d\alpha}\dfrac{d\theta}{d\beta}; \end{cases}$$

les coefficients H et G ont les valeurs (5). »

ANALYSE. — *Théorie du facteur pour l'intégration des expressions différentielles du premier ordre.* Mémoire de **M. Collet**, présenté par M. Bertrand. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Chasles, Bertrand, O. Bonnet.)

« Dans le Mémoire que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie, je me suis proposé d'étudier les conditions d'intégrabilité des différentielles totales à n variables indépendantes, et ensuite de donner une marche générale pour l'intégration de ces expressions par la méthode du facteur.

» Si μ est le facteur par lequel il faut multiplier l'expression

$$(1)\qquad X_1\,dx_1 + X_2\,dx_2 + \ldots + X_n\,dx_n$$

pour la rendre une différentielle exacte, la fonction μ doit satisfaire à des équations de la forme

$$(2)\qquad X_m\frac{d\mu}{dx_h} - X_h\frac{d\mu}{dx_m} + \mu\left(\frac{dX_m}{dx_h} - \frac{dX_h}{dx_m}\right) = 0.$$

» Les différentes équations déduites de l'équation (2), et au nombre de $\frac{n(n-1)}{2}$, ne pourront exister simultanément qu'à l'aide de certaines relations entre les coefficients; ces relations, dont la formule est la suivante :

$$(3)\qquad 0 = X_m\left(\frac{dX_h}{dx_p} - \frac{dX_p}{dx_h}\right) + X_h\left(\frac{dX_p}{dx_m} - \frac{dX_m}{dx_p}\right) + X_p\left(\frac{dX_h}{dx_m} - \frac{dX_m}{dx_h}\right),$$

exprimment les conditions nécessaires pour l'intégrabilité de l'expression proposée par la méthode du facteur; le nombre de ces conditions est $\frac{n(n-1)(n-2)}{1.2.3}$: je démontre que ces conditions ne sont pas indépendantes, et qu'elles peuvent se réduire à $\frac{(n-1)(n-2)}{2}$, qui sont distinctes et comprennent toutes les autres. Pour cela je fais voir qu'en représentant, pour plus de simplicité, par le symbole (m, h, p) le premier membre de l'équation (3), les conditions

$$(m, h, p) = 0, \quad (m, p, k) = 0, \quad (m, k, h) = 0$$

entraînent la suivante :

$$(h, p, k) = 0;$$

et par conséquent, pour former un système complet de conditions, il suffit, tout en laissant m invariable, de donner à h et p toutes les valeurs de la suite $1, 2 \ldots, n$, m excepté : ce qui fait bien un nombre $\frac{(n-1)(n-2)}{2}$ de conditions distinctes.

» Au moyen des conditions qui précèdent, les équations distinctes auxquelles μ doit satisfaire se réduisent à $n-1$ seulement, que l'on peut obtenir de l'équation (2) : soit en laissant h invariable et donnant à m les $n-1$ autres valeurs de la suite $1, 2, \ldots, n$; soit, plus généralement, en mettant pour h et m successivement des valeurs telles, que l'on obtienne un système de $n-1$ équations renfermant les dérivées de μ par rapport à toutes les variables $x_1, x_2, \ldots, x_n$.

» Dans la suite, j'ai supposé $h = 1$; par suite, m doit recevoir successivement les valeurs $2, 3, \ldots, m, \ldots, n$.

» Les équations à intégrer pour déterminer le facteur μ deviennent alors, en posant en outre

$$(4) \qquad \mu = e^z, \quad \frac{d\mu}{dx_k} = e^z \frac{dz}{dx_k} \quad \text{et} \quad \frac{dz}{dx_k} = p_k,$$

ce qui fait disparaître la fonction μ des équations considérées,

$$(5) \qquad f_m = X_1 p_m - X_m p_1 + \frac{dX_1}{dx_m} - \frac{dX_m}{dx_1}.$$

» Pour que les équations déduites de (5) puissent être intégrées simultanément, il faut que pour deux quelconques d'entre elles on ait

$$(6) \qquad (f_h f_m) = \sum_{k=1}^{k=n} \left(\frac{df_m}{dx_k} \frac{df_h}{dp_k} - \frac{df_m}{dp_k} \frac{df_h}{dx_k} \right) = 0,$$

soit identiquement, soit en tenant compte des relations connues ou inconnues qui relient les variables $p_1, p_2, \ldots, p_n; x_1, x_2, \ldots, x_n$.

» Je démontre que les équations (5) satisfont aux conditions d'intégrabilité (6), quand les fonctions $X_1, X_2, \ldots, X_n$ satisfont elles-mêmes aux conditions (3) nécessaires pour l'existence d'un facteur : ces conditions (3) sont donc à la fois nécessaires et suffisantes.

» Ces principes posés, je m'occupe alors de l'intégration des équations (5). Cette intégration s'effectuera en employant les méthodes de Jacobi [*Nova Methodus*, etc. (*Journal de Crelle*, t. LX)]. Les $(n-1)$ équations (5) serviront à donner pour les $p_2, p_3, \ldots, p_n$ des valeurs en fonction de $p_1, x_1, x_2, \ldots, x_n$ de la forme

$$p_m = \frac{X_m}{X_1} p_1 + \frac{1}{X_1}\left(\frac{dX_m}{dx_1} - \frac{dX_1}{dx_m}\right),$$

et l'on se proposera de chercher une dernière relation $f = a$ entre p_1 et $x_1, x_2, \ldots, x_n$, de laquelle on puisse tirer la valeur de p_1 en fonction de ces variables et de la constante a, après quoi $p_2, p_3, \ldots, p_n$ seront facilement déterminés aussi en fonction des mêmes quantités. Les valeurs de $p_1, p_2, \ldots, p_n$ seront alors telles, que l'expression

$$p_1\, dx_1 + \ldots + p_n\, dx_n$$

sera une différentielle exacte, dont l'intégrale sera de la forme

$$z = F(x_1, x_2, \ldots, x_n\, a) + b,$$

ce qui donnera facilement l'expression complète de μ, puisque $\mu = e^z$. Tout ceci suppose la connaissance de la relation $f = a$. La fonction f est une solution commune d'un système auxiliaire de $(n-1)$ équations linéaires, aux différentielles partielles, de forme canonique, et dont le type est

$$(7) \qquad 0 = \frac{df}{dx_m} + \frac{dp_m}{dx_1}\frac{df}{dp_1} - \frac{dp_m}{dp_1}\frac{df}{dx_1}.$$

» Jacobi a donné, dans le Mémoire cité plus haut, la marche à suivre pour intégrer de pareils systèmes; sa méthode est entièrement basée sur un théorème remarquable, qui est au fond le même que celui dont Bour a fait un si heureux usage dans son Mémoire sur l'intégration des équations différentielles de la Dynamique, et qui consiste en ce que si $f = \varphi$ est une solution particulière de l'une des équations (7), en remplaçant f par φ dans une autre des équations du même système, le résultat de la substitution, s'il n'est pas identiquement nul ou constant, est une nouvelle solution de

l'équation considérée en premier lieu. L'emploi convenable de ce théorème permet de trouver une solution commune du système considéré, dont les équations, dans le problème particulier qui nous occupe, sont de la forme suivante :

$$(9)\qquad 0 = \frac{df}{dx_m} - X_m \frac{df}{dx_1} + \left(p_1 \frac{dX_m}{dx_1} + \frac{d^2 X_m}{dx_1^2}\right)\frac{df}{dp_1},$$

quand on suppose toutefois $X_1 = 1$, ce qui ne restreint en aucune sorte la généralité de la méthode, et c'est de ce système que la fonction f, que nous avons égalée à la constante a, doit être une solution commune.

» Après l'exposition de la méthode que je viens d'indiquer, j'ai donné, sous le nom de *propriétés générales du facteur*, des théorèmes qui ne sont qu'une extension des théorèmes connus pour le cas de deux variables. J'ai ensuite terminé la partie théorique de mon travail par des considérations particulières et l'examen de quelques cas remarquables, particulièrement de celui où les équations auxiliaires (9) admettent une solution commune ne contenant pas p_1, et qui soit aussi solution des équations (5), et de celui où la fonction μ est décomposable en un produit de fonctions ne contenant chacune qu'une seule variable.

» En terminant, j'ai appliqué la méthode générale aux trois exemples suivants :

» 1° Soit

$$2x_2 x_3\, dx_1 + x_1 x_3\, dx_2 - x_1 x_2\, dx_3.$$

On trouve pour le facteur

$$\mu = \beta \frac{x_1^a x_2^{\frac{a+1}{2}}}{x_3^{\frac{a+1}{2}}},$$

et pour l'intégrale

$$u = \frac{\beta}{a+1}\left(\frac{x_1^2 x_2}{x_3}\right)^{\frac{a+1}{2}}.$$

» 2° Soit

$$dx_1 + \frac{x_1}{2x_2}dx_2 - \frac{x_3 x_4}{x_1 x_2}dx_3 - \frac{x_3^2}{2x_1 x_2}dx_4.$$

On trouve

$$\mu = \beta x_1 x_2\, e^{\frac{a}{2}(x_1^2 x_2 - x_3^2 x_4)} \quad \text{et} \quad u = \frac{\beta}{a} e^{\frac{a}{2}(x_1^2 x_2 - x_3^2 x_4)}.$$

» 3° Soit

$$dx_1 + \frac{x_1}{x_2 \log x_2 x_3}dx_2 + \frac{x_1}{x_3 \log x_2 x_3}dx_3 + \frac{x_1^2}{x_5}\cot\frac{x_4}{x_5}dx_4 - \frac{x_1 x_3}{x_5^2}\cot\frac{x_4}{x_5}dx_5.$$

On trouve

$$\mu = cx_1^a\left(\log x_1 x_3 \sin\frac{x_4}{x_5}\right)^{a+1} \quad \text{et} \quad u = \frac{c}{a+1}\left(x_1 \log x_2 x_3 \sin\frac{x_4}{x_5}\right)^{a+1}. \text{ »}$$

BOTANIQUE FOSSILE. — *Sur les forêts fossiles du terrain houiller.* Note de **M. Grand'Eury**, présentée par M. Brongniart.

(Commissaires précédemment nommés : MM. Brongniart, Tulasne, Daubrée.)

« Les souches et troncs d'arbres encore aux lieux et places où ils se sont développés, sont très-communs dans le terrain houiller. On en a trouvé dans beaucoup de pays en grand nombre et à différents étages. Depuis longtemps déjà l'attention est attirée sur la présence constante et presque exclusive de *Stigmaria* dans la sole de toutes les couches de houille, en Allemagne, en Angleterre et dans l'Amérique du Nord. Le terrain houiller de Saint-Étienne renferme des restes de tiges en place dans toute son étendue et sur toute sa hauteur. Enfin, s'il n'y en a pas partout, on peut dire qu'il s'en trouve à toutes les profondeurs.

» On reconnaît aisément que chacun occupe la place où il a vécu, quoi qu'en ait supposé M. Bischof.

» Il n'y a pas de doute qu'ils appartiennent à des plantes non marines, mais terrestres; non aquatiques, mais aériennes, et à des plantes que je crois avoir reconnues pour être toutes, non de terre sèche, mais de sol recouvert constamment par les eaux ; non humiques, mais fluviatiles, en tant que, après avoir pris pied dans un sol inondé, elles s'élevaient verticalement au milieu des eaux courantes.

» Les unes paraissent s'être développées au milieu des eaux sédimentaires en pleine activité : ce sont d'abord les Calamites cambrées à la base, qui, comme le *Calamites Suckowii* et peut-être le *Calamites cannæformis*, s'accommodaient très-bien de l'élévation incessante du lit de dépôt, en produisant, à une hauteur croissante, des rhizomes relevés en tiges ascendantes, comme je l'ai indiqué dans ma Note précédente, puis les Calamites verticales, telles que les *Calamites pachyderma*, et peut-être *Cistii*, qui se propageaient sans doute dans le sens vertical comme dans le sens horizontal au moyen de rhizomes indéfinis, grêles et destructibles, que les dernières tiges poussaient à des niveaux de plus en plus élevés ; ce sont encore d'autres sortes de Calamariées isolées et vivaces et des tiges de Psaroniées qui se perpétuaient, en dépit des atterrissements, en émettant des racines nouvelles tombantes

au fond de l'eau au fur et à mesure que les plus anciennes étaient successivement recouvertes de limon (1).

» Les autres paraissent avoir attendu des périodes de ralentissement ou d'arrêt dans la sédimentation pour croître en quantité. Les plus abondantes sont les souches de Stigmariées, parmi lesquelles on distingue deux types bien différents, celui du *Stigmaria ficoides*, Brong., dont les branches égales, longues, fourchues, rayonnent horizontalement d'un centre commun, et celui du *Stigmaria inæqualis*, Göpp., dont les branches inégales, plongeantes, rapidement décroissantes, courtes, ramifiées latéralement, à surface rimeuse très-variable, se trouvent, assez souvent, encore attenantes à des tiges de *Syringodendron* diplostigmés, tels que le *Sigillaria alternans*. Il y a d'autres bases de tiges, moins nombreuses quoique plus répandues, qui, se faisant remarquer par une forte enveloppe de houille entourant un moule de petit ou de grand diamètre et par une expalmation de racines très-charbonneuses, seraient assez convenablement désignées ici sous le nom de *Pododendron*. Elles sont fréquemment les unes et les autres en société avec des bases de *Psaroniées* et même quelquefois avec des Calamariées.

» Les tiges, qui ne paraissent avoir multiplié et prospéré qu'en des temps de relâche, forment lorsqu'elles sont nombreuses, et enracinées à un même niveau, de véritables forêts fossiles, tandis que les autres, ayant vécu au milieu des eaux sédimentaires, constituent, par leurs tiges naissant dans toute l'épaisseur d'une série de couches, ce que j'appelle des *forêts fossiles à sol multiple*. Toutefois les premières, en se succédant à de faibles intervalles, peuvent donner lieu à une superposition rapprochée de forêts fossiles, et en se développant avec les autres, lorsque les circonstances le permettaient, elles se trouvent avoir produit une combinaison et quelquefois une confusion : de là deux sortes de forêts fossiles.

» De la présence générale, en profondeur comme en surface, de troncs dressés de végétaux terrestres, aériens et d'eau courante, il résulte : 1° que le terrain houiller, malgré son étendue, la régularité de son ensemble et les intercalations marines que l'on y rencontre incidemment dans quelques endroits, est de formation terrestre et non marine, pas plus paralique que pélagique ; 2° que les dépôts se sont souvent, et on peut dire généralement,

(1) Un fragment de ces tiges, non recouvert par ses racines adventives, montre à sa surface des cicatrices d'insertion des feuilles qui paraissent bien confirmer leurs rapports avec les tiges des fougères en arbre.

formés à de faibles profondeurs, pendant que le fond des eaux était soumis à un abaissement lent plus ou moins régulier, et que par conséquent ce terrain n'est pas de formation lacustre, c'est-à-dire qu'il n'a pas pas été formé dans des lacs profonds où seraient venus s'accumuler tour à tour les matériaux divers qui le composent; 3° qu'il est très-évidemment de formation fluviale et pourrait bien s'être déposé à l'embouchure de grands fleuves, épanouis de loin et au large, qui baignaient et dégradaient de vastes continents, ou dont le régime était entretenu par des pluies torrentielles périodiques et fréquentes.

» La fréquence des bases de tiges en place avait suggéré l'opinion qu'elle pourrait bien indiquer un mode spécial de formation du terrain houiller; mais on ne doit pas perdre de vue qu'il existe des vestiges d'anciennes forêts dans les autres terrains, et que même dans nos temps géologiques actuels des sols de forêts marécageuses ou des étages d'arbres rompus continuent à se superposer dans les deltas du Gange et du Mississipi, où le fond est soumis à un abaissement lent et graduel.

» L'existence de l'underclay à la base des couches de houille et la présence prétendue constante de *Stigmaria* ont été interprétées comme devant avoir quelque relation intime avec la formation des couches de houille; mais, dans le centre de la France, outre que ces faits et leur coexistence sont loin d'être la règle générale, j'ai toujours vérifié, comme les géologues anglais eux-mêmes, que les tiges ne s'élèvent jamais de la sole dans la couche de houille. D'après la même supposition, on voyait, dans les troncs d'arbres qui surmontent souvent les couches de houille, la dernière génération d'un développement sur place; mais j'ai toujours et partout constaté que leurs racines ne pénètrent jamais dans la couche de charbon, et qu'ainsi, du côté d'en haut comme du côté d'en bas, les couches de houille sont indépendantes de la végétation de leur toit comme de celle de leur mur. »

M. Fua soumet au jugement de l'Académie quelques détails relatifs à un procédé qu'il croit propre à prévenir les accidents causés par les explosions du grisou. Ce procédé consiste essentiellement dans l'emploi de spirales de platine rendues incandescentes, à certains intervalles, par le passage d'un courant électrique; ces spirales mettraient le feu à des mèches de coton soufré, trempées dans une pâte gommée de phosphore et de chlorate de potasse.

(Renvoi à la Section de Minéralogie.)

M. Ch. Dien adresse la description d'un : « Oculaire micrographe, destiné à la construction des cartes célestes ».

(Commissaires : MM. Mathieu, Laugier, Delaunay.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Une édition nouvelle du : « Traité de Physique élémentaire de *MM. Drion et Fernet* ». Cette édition, qui est la troisième, a été entièrement refondue.

2° Une brochure de *M. l'abbé Moigno* intitulée : « Actualités scientifiques; mélanges de Physique et de Chimie pures et appliquées ».

3° Une brochure portant pour titre : « Substitution de la force centrifuge au pressurage du vin et du cidre : procédé de M. Leduc. Exposé du procédé, par *M. Anizon* ».

4° Une brochure de *M. Decorde,* intitulée : « Fontenelle et Cideville; correspondance et documents inédits, 1742-1757 ».

M. le Ministre de l'Agriculture et du Commerce du royaume d'Italie adresse à l'Académie un certain nombre d'ouvrages de statistique qui sont mentionnés plus loin, au *Bulletin bibliographique*.

ASTRONOMIE. — *Sur la Lettre de* M. Airy *insérée dans les* Comptes rendus *du* 29 *mars* 1869. Note de **M. Puiseux.**

« Dans la Notice de M. Airy, du 11 décembre 1868 (*Monthly Notices*, vol. XIX, n° 2), sur les passages de Vénus en 1874 et 1882, on lit que « la » méthode par l'observation de l'intervalle de temps entre l'entrée et la » sortie en deux stations au moins, et dans deux régions à peu près oppo- » sées de la Terre, fait entièrement défaut (*fails totally*) pour le passage » de 1874. » Cette phrase m'avait fait croire que M. Airy renonçait absolument, pour 1874, à l'application de la méthode de Halley, et j'ai communiqué à l'Académie (*Comptes rendus,* t. LXVIII, p. 321), avec les nombres à l'appui, les raisons qui me paraissaient militer contre cette exclusion.

» Je suis heureux d'apprendre, par la Lettre insérée aux *Comptes rendus*

du 29 mars, t. LXVIII, p. 765, que l'opinion exprimée dans ma Note n'était pas aussi éloignée que j'aurais pu le penser, de la manière de voir du savant astronome royal. »

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Observations de* **M. Breton** (de Champ), *sur la réponse qui a été faite par* M. Chasles *à sa communication du* 22 *mars* 1869.

« Je prie M. Chasles de vouloir bien m'excuser si je ne crois pas devoir déférer à l'invitation qui termine sa réponse (1). L'examen qu'il m'autorise à faire de quelques-uns des papiers qu'il possède ne pourrait avoir aucun résultat.

» En effet, la Lettre de Pascal à M. de Ribeyre, à laquelle j'ai eu recours pour fixer une date, a été écrite et publiée en 1651, pour rétablir la vérité historique, alors mal connue ou altérée, sur ce que l'on a nommé *les expériences de Pascal*. C'est Pascal lui-même qui y donne le précis des faits relatifs à la découverte de la cause des phénomènes que l'on avait attribués à l'horreur du vide. On comprend que je ne saurais me permettre de suivre M. Chasles dans les suppositions qu'il croit pouvoir faire en présence d'un document de cette nature.

» Du reste, je ne suis pas le premier qui ait remarqué le parti que l'on pouvait tirer de cette Lettre. Elle a déjà été indiquée par M. Faugère (2), qui est si versé dans la connaissance de tout ce qui concerne la vie et les ouvrages de Pascal. M. Chasles a cru que M. Faugère voulait parler de la découverte de la pesanteur de l'air: mais il avait en vue, bien certainement, l'objection que j'ai présentée d'une manière peut-être plus explicite; car, dans la Lettre à M. de Ribeyre, il n'est point question de cette découverte de la pesanteur de l'air. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur une coïncidence entre les variations de la lumière zodiacale et les variations de la température terrestre*. Extrait d'une Lettre de **M. Galliard** à M. Faye.

« Pointe-à-Pître (Guadeloupe), ce 7 mars 1869.

» Je ne sais si vous avez remarqué la coïncidence frappante entre l'extrême chaleur de l'année 1868 et l'absence presque totale de la lumière zodiacale. Cette lumière, si brillante en 1867 que, même dans les premiers

(1) *Comptes rendus*, t. LXVIII, p. 713.

(2) *Défense de Pascal*, etc., p. 62, en note.

jours après la nouvelle lune, elle s'apercevait ici fort clairement, se distinguait à peine, l'année passée, du rayonnement stellaire. Depuis le mois de décembre dernier, elle a reparu avec assez d'éclat, mais sans atteindre encore à la beauté splendide de 1867.

» J'avais depuis longtemps remarqué les intermittences de cette lumière, mais j'ai eu le malheur de ne pas tenir note des époques de diminution et d'augmentation d'éclat qui eussent pu donner une idée de la période de rotation. Je suis persuadé que le plus ou moins d'épaisseur de cette enveloppe solaire est une des principales causes des variations de la température annuelle.

» Permettez-moi de vous faire part encore d'une observation que j'ai faite un grand nombre de fois: c'est que la lumière zodiacale, qui souvent fait le tour du ciel visible, laisse cependant toujours une lacune, précisément au zénith. »

« **M. Faye** pense que son honorable correspondant pourrait rendre à la science un service signalé, s'il voulait bien continuer ses observations sur la lumière zodiacale et en envoyer chaque année un résumé à l'Académie. »

PHYSIQUE. — *Sur la polarisation des piles.* Note de **M. J.-M. Gaugain**, présentée par M. Edm. Becquerel. (Extrait par l'auteur.)

« ..... Lorsqu'on fait passer un courant à travers l'eau acidulée en se servant d'électrodes de platine, ces électrodes sont toujours polarisées quelque faible que soit le courant et, quand l'intensité du courant reste constante, la force électromotrice qui résulte de la polarisation, après avoir augmenté pendant un certain temps, atteint bientôt une certaine limite qu'elle ne dépasse plus quelque prolongée que soit l'électrolyse (1). Les choses ne se passent plus de la même manière dans les piles qui sont susceptibles de se polariser. La pile de M. Marié-Davy, par exemple, ne se polarise pas d'une manière notable tant que l'intensité du courant n'atteint pas une certaine limite ; lorsque cette limite est dépassée, la polarisation devient très-manifeste, et pour une même intensité du courant elle augmente graduellement pendant des journées et des semaines entières.

» J'interprète ces faits de la manière suivante : Il me paraît certain que le sulfate d'oxydule de mercure ne peut être décomposé par le courant qu'à

(1) *Voir* ma Note du 24 décembre 1855 dans les *Comptes rendus*.

la condition d'être préalablement dissous; ce point admis, on conçoit qu'il ne doit pas y avoir d'eau décomposée toutes les fois que le liquide qui baigne l'électrode-charbon tient en dissolution une quantité suffisante de sulfate; ce sel fournit le groupe d'éléments SO^4, qui est nécessaire pour constituer le sulfate de zinc, et alors il n'y a pas de polarisation. Quand au contraire la couche liquide qui enveloppe le charbon ne renferme plus une quantité suffisante de sulfate de mercure, une certaine quantité de zinc s'oxyde aux dépens de l'eau, et l'hydrogène mis en liberté polarise le charbon, en formant avec lui une combinaison passagère. Maintenant il faut un temps déterminé pour que la couche qui baigne l'électrode-charbon se charge d'une quantité donnée de sel, et, si la quantité qu'elle reçoit dans l'unité de temps est plus petite que celle qui se trouve réduite par le courant, la couche s'appauvrit de plus en plus. D'ailleurs la quantité de sulfate qui se dissout dans l'unité de temps étant invariable pour un couple donné, et la quantité de sel décomposé croissant avec l'intensité du courant, il en résulte que l'épuisement de la liqueur est d'autant plus rapide que le courant est plus intense. Par conséquent, la polarisation doit augmenter avec l'intensité du courant et avec la durée de l'électrolyse.

» Les considérations qui précèdent font voir aussi que la polarisation doit diminuer quand les dimensions des couples augmentent; car la quantité de sulfate de mercure qui se dissout dans l'unité de temps croît évidemment avec la masse du sel employé, et, si la quantité de sulfate réduite est supposée invariable, on conçoit que la dissolution doit s'épuiser d'autant moins rapidement que les dimensions des couples sont plus grandes. Il faut ajouter que, si la quantité totale d'hydrogène qui se dégage dans l'unité de temps reste la même, la quantité de gaz qui est absorbée par chaque unité superficielle de l'électrode-charbon diminue à mesure que la surface de cette électrode augmente, et que par cette nouvelle raison la polarisation doit diminuer quand on agrandit les dimensions des couples, puisqu'elle dépend uniquement des proportions de l'espèce de combinaison qui se forme entre le charbon et l'hydrogène.

» Les faits ont pleinement confirmé ces déductions théoriques : j'ai constaté que l'intensité du courant restant la même, la polarisation diminue non-seulement lorsqu'on augmente l'étendue de la surface du charbon qui touche le sulfate de mercure, mais aussi lorsqu'on augmente l'épaisseur de la couche de sulfate qui enveloppe l'électrode; ce second fait est un de ceux qui me paraissent prouver que le sulfate d'oxydule de mercure n'agit qu'à l'état de dissolution.

» J'ai reconnu aussi qu'il existe une relation très-simple entre la polarisation, l'intensité du courant et la grandeur du couple : cette relation consiste en ce que *la polarisation conserve la même valeur lorsque la grandeur du couple et l'intensité du courant varient dans le même rapport*. On peut donc dire qu'en augmentant convenablement les dimensions du couple à sulfate de mercure on peut le rendre constant pour une intensité donnée quelconque. Je m'empresse d'ajouter que, dans le cas d'intensités très-grandes, les dimensions auxquelles il faudrait arriver pour obtenir la constance cesseraient d'être réalisables.

» Pour faire varier la grandeur d'un couple dans le rapport de 1 à n, je réunis *en quantité n* couples de mêmes dimensions, et je prends pour mesure de la polarisation la différence des nombres qui expriment la force électromotrice du couple polarisé et celle du couple non polarisé.

» La relation que je viens d'indiquer a été établie non-seulement pour le couple à sulfate de mercure de M. Marié-Davy, mais aussi pour le couple à peroxyde de manganèse de M. Leclanché, et je suis persuadé qu'elle subsisterait pour toute autre pile; car il paraît absolument évident que la proportion d'hydrogène qui est absorbée par l'électrode sous l'influence du courant doit rester la même quand le courant partiel qui aboutit à chacun des éléments superficiels de cette électrode conserve la même intensité. »

CHIMIE. — *Sur les équilibres chimiques: influence de la pression sur la réaction entre le carbone et l'hydrogène.* Note de **M. Berthelot**, présentée par M. Balard.

« Le jeu des réactions chimiques contraires et l'équilibre qui s'établit entre elles ne sont jamais plus simples en théorie que lorsqu'ils se développent dans des systèmes homogènes, entièrement gazeux ou même entièrement liquides, et susceptibles de rester homogènes pendant toute la durée des expériences. En effet, dans ces conditions, toutes les particules réagissantes demeurent en contact parfait et incessant, sans qu'aucune complication secondaire vienne écarter quelqu'une de ces particules du champ de l'action chimique.

» Il n'en est pas de même dans les réactions qui se passent entre un gaz ou un liquide et un solide, et moins encore dans les réactions où interviennent à la fois un gaz, un liquide et un solide : circonstances dans lesquelles les réactions ont lieu seulement aux surfaces de contact, lesquelles éprouvent l'influence d'une multitude de conditions physiques, accessoires et

étrangères à l'action chimique véritable, qu'elles viennent compliquer. Pendant ce temps, les masses principales, séparées les unes des autres par l'état gazeux de celles-ci, opposé à l'état solide de celles-là, demeurent inactives et indifférentes.

» Quel que soit l'intérêt des résultats que l'on puisse obtenir dans ces conditions, cependant c'est, à mon avis, sur les systèmes homogènes que doit porter principalement l'étude théorique des affinités, c'est-à-dire l'étude des forces qui déterminent les combinaisons et les décompositions chimiques : en un sujet aussi délicat il importe de n'apporter ni confusion dans les idées, ni complication étrangère dans les expériences.

» Tel est le point de vue qui a dirigé la longue suite de mes recherches sur les affinités, étudiées dans les réactions éthérées, lesquelles présentent le type des actions lentes, progressives, enfin des actions limitées par les réactions inverses. Les réactions éthérées peuvent d'ailleurs être expérimentées soit sur des systèmes entièrement gazeux, soit sur des systèmes entièrement liquides et toujours homogènes. L'équilibre qui les caractérise *varie d'une manière continue avec les proportions relatives* des corps réagissants, contrairement à ce qui arrive dans les réactions des acides sur les bases; il *varie* aussi *d'une manière continue avec la pression*, c'est-à-dire avec l'état de condensation de la matière, dans les systèmes gazeux; mais il est *indépendant de la température*, au moins entre les limites de zéro et de 280 degrés.

» La condition fondamentale de l'homogénéité peut être également remplie dans les réactions effectuées au sein des systèmes gazeux, sous l'influence d'une combustion vive, réactions qui ont été étudiées avec tant de fruit par M. Bunsen. Ici les conditions sont bien différentes. En effet, les réactions sont brusques et déterminées par une cause presque instantanée. Aussi, l'équilibre qui tend à s'établir entre les actions contraires n'obéit plus aux lois de la continuité; mais il varie à la façon des équivalents chimiques. Tandis que les proportions des corps réagissants changent progressivement, par exemple dans divers systèmes formés d'hydrogène, d'oxyde de carbone et d'oxygène; au contraire, les *proportions relatives* des produits formés *varient par sauts brusques*. Le rapport entre le volume total d'un mélange gazeux combustible et celui de la portion qui peut former un composé nouveau, à une température donnée, *varie* également *par sauts brusques* lorsqu'on fait *varier la température peu à peu*, par l'introduction d'un gaz inerte dans le mélange : il existe alors divers intervalles de température, plus ou moins étendus, entre lesquels la limite de la réaction est *indépendante* des changements de température. Pour établir un parallèle complet entre les

réactions éthérées et celles des systèmes gazeux combustibles, il reste à examiner l'influence que la pression exerce sur ces dernières.

» Dans les expériences faites jusqu'ici sur la question par MM. Regnault et Reiset, d'une part (1), par M. Bunsen, d'autre part (2), les auteurs n'ont observé aucune influence de la pression initiale, entre des limites qui ont varié du simple au double, pour M. Bunsen, et depuis $\frac{1}{2}$ jusqu'à 2 atmosphères, pour MM. Regnault et Reiset.

» J'ai repris cette étude, en faisant varier la pression entre des intervalles plus écartés et en m'attachant surtout au voisinage des limites de combustion explosive et à l'action prolongée de l'étincelle, tant sur les mélanges situés en dehors de ces limites que sur l'acide carbonique et la vapeur d'eau purs. J'exposerai prochainement les résultats singuliers et caractéristiques qui se sont présentés dans ces recherches. Aujourd'hui je vais présenter mes observations sur la décomposition de l'acétylène par l'étincelle électrique sous diverses pressions, étude plus facile que celle de la décomposition de l'acide carbonique et de la vapeur d'eau, parce qu'elle n'aboutit jamais à constituer des mélanges explosifs et dont la pression varie subitement au moment de l'inflammation. En outre, la décomposition de l'acétylène offre l'avantage de ne donner lieu à aucun changement de volume, attendu que l'acétylène renferme son propre volume d'hydrogène.

» Entre l'acétylène, l'hydrogène et le carbone réduit en vapeur par l'arc ou par l'étincelle électrique, il s'établit un équilibre tel, que le mélange d'acétylène et d'hydrogène, fait dans des proportions convenables, demeure inaltérable par l'étincelle. Au contraire, si l'acétylène domine, il se décompose jusqu'à ce que lesdites proportions se trouvent reproduites. J'ai établi ces faits dans une précédente communication (3). Depuis lors, j'ai soumis à l'action de l'étincelle l'acétylène mélangé d'hydrogène, sous diverses pressions.

» Voici comment j'opérais. Les gaz étaient contenus dans de larges éprouvettes, dans lesquelles pénétraient des tubes à gaz, recourbés et traversés librement par de gros fils de platine (4). L'étincelle, produite par une forte bobine d'induction, jaillissait directement entre les fils de pla-

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XXVI, p. 356.

(2) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XXXVIII, p. 351 et 354.

(3) *Comptes rendus*, t. LXVII, p. 1190.

(4) J'ai dû renoncer aux fils de platine soudés dans les parois de l'éprouvette, parce que celle-ci ne tarde pas à se fêler sous l'influence prolongée du courant d'étincelles et des dilatations inégales du verre échauffé et du platine.

tine, sans être brisée sur le verre ou sur tout autre corps froid et capable de condenser subitement la vapeur du carbone. La pression était mesurée directement par la hauteur d'une colonne de mercure. On analysait le mélange d'heure en heure, jusqu'à ce que la composition demeurât invariable pendant trois essais consécutifs. En partant d'une composition voisine de la limite (avec excès d'acétylène), une heure ou deux suffisent, en général, pour atteindre ladite limite, qui se trouve vérifiée par les analyses consécutives. Dans les expériences faites sous des pressions très-faibles, j'ai dû balayer à plusieurs reprises les éprouvettes avec le mélange gazeux; encore a-t-il fallu parfois rejeter les premiers essais, parce que la formation d'un peu d'oxyde de carbone attestait l'intervention des petites quantités d'air ou de vapeur d'eau contenues dans le mercure. Mais cet oxyde de carbone disparaît dès le deuxième ou le troisième essai, pourvu que l'on ait soin de ne jamais remettre en contact avec l'air ni l'intérieur de l'éprouvette ni les tubes qui y conduisent les fils de platine.

» J'ai obtenu les résultats suivants :

Pressions.	Proportion limite d'acétylène sur 100 volumes.
$3^m,46$	11,9
$0^m,76$	12,0 à 12,5 (dans plusieurs essais).
$0^m,42$	11,9
$0^m,41$	12,0
$0^m,31$	6,5
$0^m,23$	3,5
$0^m,18$	3,1
$0^m,10$	3,1

» Je n'ai pas réduit la pression davantage, parce que le volume du gaz mis en expérience serait devenu trop petit pour des analyses exactes.

» Il résulte de ces nombres que l'équilibre entre le carbone, l'hydrogène et l'acétylène est demeuré fixé à la même limite (12,0) pour des pressions qui ont varié de $0^m,41$ à $3^m,46$, c'est-à-dire comme 1 est à $8\frac{1}{2}$.

» L'accroissement de pression n'a eu d'autre effet que d'accroître extrêmement la résistance au passage de l'étincelle et l'éclat de cette dernière, conformément aux observations de M. Frankland. Cet accroissement d'éclat, dans mes expériences, ne correspond d'ailleurs à aucun changement dans la composition du gaz traversé par l'étincelle.

» La vitesse même de la décomposition qui fait disparaître l'excès d'acétylène mis en expérience ne paraît pas varier beaucoup avec la pression, autant qu'il est permis d'en juger dans les conditions où j'opérais, et qui sont imparfaitement comparables à ce point de vue.

» Au-dessous de $0^m,41$, c'est-à-dire à $0^m,31$, la limite s'est trouvée subitement amenée à 6,5, c'est-à-dire à la moitié de la précédente.

» A $0^m,23$, la limite est réduite subitement au quart, et elle conserve cette valeur constante, au moins jusqu'à $0^m,10$.

» Ainsi, la *pression variant d'une manière continue*, l'équilibre entre l'acétylène, le carbone et l'hydrogène change par *sauts brusques* et suivant des rapports multiples les uns des autres. La loi de ces phénomènes est donc bien différente de celle qui préside à la tension des vapeurs. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les dérivés acétiques des substances hydrocarbonées.* Note de **MM. P. Schützenberger** et **Naudin**, présentée par M. Balard.

« L'anhydride acétique réagit facilement sur un grand nombre de principes immédiats organiques, jouant le rôle d'alcools polyatomiques (1). On obtient ainsi, en très-peu de temps, une transformation totale du corps en dérivés acétiques, d'un degré de substitution plus ou moins élevé selon la dose d'anhydride et la température. Cette réaction peut être utilisée : 1° pour déterminer le degré d'atomicité d'un alcool; 2° pour rechercher si un principe immédiat joue ou non le rôle d'alcool; 3° pour la préparation et l'étude des dérivés acétiques difficiles à obtenir autrement. L'emploi de l'anhydride acétique offre, sur celui du chlorure d'acétyle, l'avantage d'éviter la formation d'acide chlorhydrique, qui, dans beaucoup de cas, peut altérer les substances mises en expérience; de plus, la réaction se fait très-souvent en vase ouvert, ou tout au moins n'exige qu'une faible pression, car elle commence entre 130 et 160 degrés. C'est en vue de tirer parti d'un phénomène aussi net que ces recherches ont été entreprises.

» *Celluloses acétiques.* — La cellulose (coton ou papier Berzélius), chauffée en vase clos à 180 degrés avec six à huit fois son poids d'anhydride acétique, se dissout et donne un sirop épais qui, versé dans l'eau, précipite des flocons blancs de cellulose triacétique, $C^6H^7(C^2H^3O)^3O^5$, insoluble dans l'eau, l'alcool, l'éther, soluble dans l'acide acétique concentré, facilement saponifiable par les alcalis, avec régénération de cellulose :

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXI, p 485.

	Trouvé. I.	Trouvé. II.	Calculé.
Carbone	49,90	49,50	50,00
Hydrogène	5,81	5,85	5,56
Acétyle (par saponification avec solution normale de soude)	44,73	44,22	44,79

» Quels que soient la durée du chauffage et l'excès d'anhydride employé, on n'obtient pas de terme plus élevé. La cellulose est donc un alcool triatomique

$$\left.\begin{matrix} C^6H^7O^2 \\ H^3 \end{matrix}\right\} O^3.$$

» En n'employant que deux parties d'anhydride et en chauffant à 150 degrés seulement, le coton se gonfle sans se dissoudre, par suite de la production d'éthers diacétiques et monoacétiques, qui prennent naissance simultanément et que je n'ai pas pu séparer.

» *Amidon et dextrine.* — L'amidon chauffé à 140 degrés avec un excès d'anhydride se gonfle beaucoup, sans se dissoudre. La masse lavée à l'eau donne une substance blanche, amorphe, insoluble dans l'eau, l'alcool, l'éther, l'*acide acétique;* ne bleuissant pas par l'iode et saponifiable par les alcalis caustiques avec régénération d'amidon, bleuissant par l'iode. Elle représente l'amidon triacétique, $C^6H^7(C^2H^3O)^3O^5$.

	Trouvé.	Calculé.
Carbone	50,00	50,00
Hydrogène	5,63	5,56
Acétyle (par saponification à la soude)	45,10	44,79

» Si l'on chauffe vers 160 degrés le mélange d'amidon et d'acide acétique, la masse gonflée se dissout, en donnant un sirop ambré d'où l'eau précipite une matière blanche amorphe, insoluble dans l'eau, l'alcool, l'éther; *soluble dans l'acide acétique cristallisable;* facilement saponifiable par les alcalis, avec mise en liberté de *dextrine*. Ce nouveau produit a donné à l'analyse :

Carbone	49,54
Hydrogène	5,54
Acétyle (par saponification à la soude)	45,20

» Il a donc la même composition que le précédent, et représente la dextrine triacétique que l'on obtient directement par l'action de l'anhydride sur la dextrine. Il est impossible de dépasser le terme de substitution du

troisième ordre; quant aux termes inférieurs, ils n'ont pas été étudiés, vu la difficulté de les distinguer d'un mélange d'amidon et du dérivé triacétique. L'amidon et la dextrine fonctionnent donc comme alcools triatomiques.

» *Glycogène.* — Le glycogène chauffé à 155 degrés avec un excès d'acide acétique anhydre se gonfle sans se dissoudre; la masse lavée à l'eau donne un produit amorphe, blanc, insoluble dans l'eau, même à chaud, insoluble dans l'alcool, l'éther, l'acide acétique; saponifiable par les alcalis avec régénération de *glycogène*. Ce dérivé, qui représente le maximum de saturation, est triatomique, $C^6H^7(C^2H^3O)^3O^5$.

	Trouvé.	Calculé.
Acétyle	44,9	44,79

» *Gomme arabique.* — Chauffée avec environ deux parties d'anhydride, pendant quelques heures, à 150 degrés, elle se gonfle sans se dissoudre. La masse lavée à l'eau bouillante, puis à l'alcool, laisse une poudre amorphe blanche, insoluble dans l'eau bouillante, et saponifiable par les alcalis, avec régénération d'arabine soluble. Ce corps représente l'arabine diacétique, $C^6H^8(C^2H^3O)^2O^5$.

	Trouvé.	Calculé.
Carbone	48,59	48,8
Hydrogène	5,90	5,7
Acétyle (par saponification à la soude)	34,6	34,55

» En employant un excès (6-8 p.) d'anhydride et en chauffant pendant cinq à six heures à 180 degrés, on obtient un dérivé triacétique semblable, par ses propriétés, au précédent : c'est le terme de substitution le plus élevé.

» *Inuline.* — Dans les mêmes conditions, l'inuline donne un dérivé saturé triacétique, soluble dans l'eau, de saveur amère, fusible vers 110 degrés en un sirop qui se solidifie sous forme d'une masse vitreuse, transparente et incolore. Les alcalis le saponifient facilement avec régénération d'un corps blanc, insoluble dans l'eau et fusible au-dessous de 100 degrés.

	Trouvé.	Calculé.
Acétyle (par saponification à la soude)	44,9	44,8

» En résumé, la cellulose et ses isomères de formule C^6H^{10},O^5 donnent tous des dérivés saturés du troisième degré, faciles à distinguer les uns des autres par leur caractère de solubilité et la nature des produits régénérés par saponification.

» *Dérivés acétiques des sucres.* — L'action de l'anhydride acétique sur les sucres est très-énergique; la réaction commence au moment où l'acide entre en ébullition, et se termine alors d'elle-même en quelques instants, avec un grand développement de chaleur. Cependant, pour l'obtention des termes saturés, j'ai chauffé vers 170 degrés, en vase clos, pendant vingt-quatre heures, avec un grand excès d'anhydride. Pour les corps de cette famille, la décomposition ne peut plus être effectuée au moyen des alcalis, à cause de l'action ultérieure des alcalis sur le sucre. On dose néanmoins très-facilement l'acétyle, en saponifiant par l'eau seule à 160 degrés. J'ai étudié les dérivés fournis par la glucose, la saccharose, la lactine.

» *Glucoses acétiques.* — Une partie de glucose sèche chauffée avec $2\frac{1}{2}$ parties d'anhydre acétique, en vase ouvert, au point d'ébullition de l'anhydride, donnent une réaction vive, terminée en quelques instants. Le produit obtenu et convenablement purifié est solide, incolore, très-soluble dans l'eau, l'alcool, l'éther et l'acide acétique, de saveur très-amère, fusible au-dessous de 100 degrés. Il a donné à l'analyse des nombres répondant à la formule de la glucose diacétique

$$C^6H^{10}(C^2H^3O)^2O^6.$$

» Ce produit, chauffé de nouveau à 140 degrés avec environ deux fois son poids d'anhydride, fournit un second dérivé solide qui se distingue du premier par son peu de solubilité dans l'eau pure; il se dissout dans l'eau contenant de l'acide acétique, dans l'alcool et l'éther, et représente la glucose triacétique. Enfin la glucose triacétique, maintenue pendant vingt-quatre heures à 160 degrés avec un grand excès d'anhydride, se transforme en un produit saturé assez semblable au précédent, mais s'en distinguant par son insolubilité dans l'eau chargée d'acide acétique. La liqueur acétique versée dans l'eau donne un précipité visqueux qu'on lave à l'eau; on redissout dans l'alcool avec du noir animal, on filtre et on évapore à sec. Sa composition, déterminée par combustion et par dosage de l'acétyle, est celle de la glucose tétracétique, moins une demi-molécule d'eau, et répondrait à la formule

$$C^{12}H^{14}(C^2H^3O)^8O^{11};$$

peut-être doit-on admettre la formule plus simple

$$C^6H^6(C^2H^3O)^4O^5,$$

mais qui cadre moins avec les résultats de l'analyse.

» Quoi qu'il en soit, la glucose subit, dans les conditions de l'expérience,

une déshydratation partielle. Le sucre de canne fournit, dans les mêmes circonstances, un dérivé saturé qui ne se distingue en rien, par sa composition et ses caractères, du précédent. (Le pouvoir rotatoire n'a pas été examiné.)

» La lactine chauffée avec l'acide acétique à 140 degrés se dissout entièrement. Le liquide versé dans l'eau fournit un dépôt visqueux, devenant très-rapidement pulvérulent. La lactine acétique se ramollit vers 52 degrés; sa composition correspond à la formule

$$C^{12}H^{14}(C^2H^3O)^8O^{11} \text{ (I)} \quad \text{ou} \quad C^6H^6(C^2H^3O)^4O^5 \text{ (II)}.$$

	Trouvé.	Calculé. I.	Calculé. II.
Carbone	49,52	49,55	50,0
Hydrogène	5,80	5,60	5,4
Acétyle	50,4	50,7	52,1

» Ces expériences, commencées au laboratoire de M. Balard, au Collége de France, ont été poursuivies au laboratoire d'enseignement pratique de la Sorbonne. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Note sur le sucre cristallisable considéré dans ses rapports avec la science et la saccharimétrie;* par **M. Dubrunfaut.**

« La constatation des impuretés que nous avons signalées dans les sucres du commerce et notamment dans tous les sucres raffinés nous paraît avoir une grande importance pour l'industrie manufacturière, pour l'agriculture et pour l'économie publique. En effet, il n'est pas inutile aux consommateurs de connaître le degré de pureté qu'offre une substance alimentaire aussi précieuse que le sucre et de connaître en même temps la nature des substances qui altèrent cette pureté. D'une autre part, si ces défauts des sucres raffinés dépendent de vices de fabrication que la science a la mission de découvrir, en même temps qu'elle offre les moyens de les corriger, il est de son devoir d'appeler l'attention des industriels sur un fait qui est d'autant plus grave qu'il affecte tous les produits similaires de l'industrie européenne.

» Les impuretés des sucres et leur découverte n'ont pas moins d'intérêt pour la science elle-même, et c'est sur cette face de la question que nous désirons appeler aujourd'hui l'attention des expérimentateurs.

» Les chimistes qui ont eu à exécuter des travaux sur les propriétés du

sucre de canne se sont bornés le plus souvent à choisir dans les produits du commerce les sucres les plus beaux, qui offraient par là même le plus de garantie de pureté; c'est dans ce but qu'ils donnent toujours la préférence à la qualité de sucre connue sous le nom de *sucre candi*. Ce produit, qui met en relief les belles formes cristallines du sucre étudiées par Haüy, est le résultat de la cristallisation lente, c'est-à-dire d'un mode de faire classique que la science signale et pratique comme le procédé épurateur le plus parfait.

» Si l'on examine avec soin, comme nous l'avons fait, les sucres raffinés du commerce, y compris les candis blancs préparés par les confiseurs, on reconnaît qu'au point de vue de l'impureté glucosique ces sucres occupent le premier rang. Il n'est pas rare, en effet, d'y trouver 0,01 de glucose, et ce fait se comprend et s'explique très-bien avec les observations que nous avons signalées et qui établissent que tous les sucres raffinés sont acides.

» La cristallisation lente des candis effectuée à une haute température dans des sirops acides offre la réunion des circonstances les plus favorables à la transformation du sucre cristallisable. Ces faits sont faciles à constater, et il n'est pas plus difficile de reconnaître la production des glucoses dans tous les travaux des raffineries et de la suivre à toutes les périodes des opérations, depuis la fonte des sucres bruts jusqu'à l'étuvage des sucres en pains.

» Il est fort remarquable que le sucre offre des degrés de pureté différents dans les diverses régions d'un même pain. Ainsi, contrairement à ce que l'on aurait pu admettre *à priori*, le sucre le plus pur se trouve au sommet du cône quand le plus impur se trouve à la base. Toutes les sections perpendiculaires à l'axe du cône offrent ainsi des proportions de glucose croissant du sommet à la base, et la moyenne se trouve dans la section qui passe par le centre de gravité. Des observations de même ordre peuvent se répéter dans les diverses sections faites parallèlement à l'axe du cône, c'est-à-dire dans celles qui donnent la courbe hyperbolique. Dans ces conditions, le maximum de glucose se trouve dans la section qui comprend l'axe, et l'impureté va en décroissant à partir de cet axe jusqu'à la génératrice du cône. En somme, le sucre est plus pur dans les régions que le commerce appelle *la tête* et *la robe du pain*, tandis qu'il est plus impur dans celles qu'il appelle *le centre* et *la patte*, et tout ce qui est vrai pour l'impureté glucosique l'est également pour l'impureté saline, qui constitue, avec les glucoses, l'élément collectif et variable des impuretés du résidu mélasse. Ces faits établissent que la majeure partie des travaux chimiques qui ont été exécutés sur les propriétés des sucres sont inexacts, puisqu'ils

ont eu pour base une matière qui était loin d'être chimiquement pure. Il nous suffira pour le moment d'en fournir une preuve bien démonstrative prise dans l'histoire de la saccharimétrie optique.

» Quand il s'est agi d'utiliser le saccharimètre de Soleil comme instrument de mesure de la valeur des sucres, on a dû déterminer ce que l'on peut appeler *l'équivalent rotatoire du sucre*. On a admis alors que 16^{gr},471 de sucre pur et sec dissous dans l'eau de manière à donner un volume égal à 0^{litre},1, puis introduits dans un tube de 0^{m},2 de longueur, donnent une rotation équivalente à celle qui est propre à une plaque de cristal de roche perpendiculaire à l'axe ayant 1 millimètre d'épaisseur, et ce nombre a été admis jusqu'à ce que nos travaux sur la fabrication du sucre à l'aide de la baryte aient fait connaître un sucre plus pur que celui qui avait servi de base au saccharimètre. Le sucre de baryte, en effet, titrait plus de 100 pour 100 avec l'équivalent 16^{gr},471. C'est alors que nous proposâmes l'équivalent 16^{gr},390 que donnait le sucre issu du travail barytique (*Comptes rendus*, t. XXXII, p. 349). Cette rectification ramena l'attention sur la question vers 1851, et c'est à cette époque qu'on adopta le chiffre 16^{gr},350, qui sert aux nombreuses analyses qui sont pratiquées tous les jours pour les besoins du commerce.

» A l'occasion de nos derniers travaux sur l'impureté glucosique, nous avons eu l'occasion de reprendre nos recherches sur l'épuration du sucre cristallisable, et nous sommes arrivé ainsi à préparer un sucre qui, soumis à l'analyse saccharimétrique, accuse 102 pour 100 de sucre pur avec l'équivalent 16^{gr},350. Cependant notre sucre épuré n'est pas amené à un degré de pureté absolue, puisqu'il contient encore les impuretés suivantes :

» 1° 0,00039 de cendres;

» 2° 0,00030 d'eau;

» 3° 0,00018 de glucose;

» 4° Des traces d'acide lactique.

» Le nombre 16^{gr},350, qui sert de base à la saccharimétrie optique, devra donc être modifié, et il sera certainement abaissé au-dessous de 16 grammes quand on aura réussi à préparer du sucre cristallisable chimiquement pur (1).

(1) D'anciens travaux, exécutés avec des soins minutieux, nous avaient donné le nombre 15^{gr},976. Nous croyons ce nombre très-voisin de la vérité, quoiqu'il présente une différence de plus de 0,025 avec le nombre actuellement admis. Une correction de même ordre devra s'appliquer aux bases de la méthode qui utilise le réactif de Frommer.

» On comprend facilement les erreurs qu'a pu provoquer, dans la majeure partie des recherches chimiques, l'emploi du sucre candi blanc, qui renferme toujours un acide libre, des substances salines et des glucoses, dont la proportion peut s'élever au delà de 0,01. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Faits pour servir à l'histoire de la nitrification; composition des terreaux de Tantah (basse Égypte); par* **M. A. Houzeau.** (Extrait.)

« Tantah est une ville située dans le delta du Nil, et dont chaque maison abrite à la fois une famille égyptienne et le bétail (vache et âne) correspondant à ses besoins. Le peu de solidité de ces bâtiments, construits simplement en limon du Nil incorporé à de la paille et séché au soleil, amène fréquemment des éboulements sur lesquels l'Égyptien élève une nouvelle demeure, tout aussi instable que la première, et dont la ruine future devra servir encore à exhausser le sol. C'est ce qui explique l'espèce de monticule qui sert de base à la plupart des chaumières de Tantah, et dont quelques-unes paraissent remonter à une haute antiquité. On comprend qu'il puisse y avoir une relation entre l'importance de ces monticules et leur âge. Dans tous les cas, ce sol des chaumières égyptiennes étant devenu le réceptacle des produits solides et liquides de nombreuses générations, j'ai pensé qu'il pouvait servir à révéler par l'analyse la nature des métamorphoses que la molécule azotée de la matière organique a subies de la part du temps, du limon du Nil jouant le rôle de support et des milieux météorologiques, qu'il pourrait aussi, jusqu'à un certain point, indiquer la mesure même suivant laquelle ces métamorphoses se sont accomplies.

» Considérée à ce point de vue, l'étude de la nitrification devait encore offrir un certain intéret. Voici quels sont les résultats d'un premier examen :

Caractères généraux des terreaux de Tantah.

Terreau nouveau.	Terreau ancien.
Couleur jaune de guano foncé.	Couleur jaune de guano foncé.
Renferme beaucop de paille.	Renferme peu de paille.
Inodore et insipide.	Inodore et insipide.
Neutre aux réactifs colorés.	Neutre aux réactifs colorés.
Abandonne à l'alcool ordinaire une assez forte proportion d'une matière organique verte.	N'abandonne à l'alcool ordinaire qu'une faible proportion d'une matière organique jaune-verdâtre.
Contient des nitrates et des sels ammoniacaux.	Contient des nitrates et des sels ammoniacaux.

Donne des cendres rouges ne renfermant pas de carbonates.	Donne des cendres rouges ne renfermant pas de carbonates.
Eau dégagée à 110° C. : 14,276 pour 100.	Eau dégagée à 100° C. : 10,719 pour 100.
Azote total du terreau desséché à 110° C. : 0^{gr},696 pour 100 (1).	Azote total du terreau desséché à 110° C. : 0^{gr},670 pour 100 (1).

» Ce tableau ne nous offre qu'une très-faible différence entre les deux terreaux, bien que l'un soit de formation récente et que l'autre remonte à une haute antiquité.

» Ce qu'il présente cependant de remarquable, c'est la presque égalité d'azote total signalée dans ces deux substances. Ce fait paraîtra d'autant plus inattendu que M. Reiset a démontré que des amas de fumier, dont les matières azotées ont la même origine que celles de ces terreaux, émettent par la fermentation de grandes quantités de gaz azote. Les habitants de Tantah ne se méprennent pas néanmoins sur les qualités fertilisantes de ces deux terreaux : c'est avec avidité qu'ils recherchent le terreau ancien. Et cependant, ce que le tableau comparatif ci-dessus met encore en évidence serait, jusqu'à un certain point, en désaccord avec cette appréciation des agriculteurs égyptiens, puisque le terreau nouveau, quoique engrais moins actif, est un peu plus azoté que l'ancien.

» A vrai dire, cette dissidence entre l'appréciation des paysans de la basse Égypte et les données de la science est plus apparente que réelle. Elle disparaît entièrement devant un examen plus approfondi de la composition de ces terreaux. En effet, leur analyse, et surtout la détermination faite avec soin, par les procédés si précis de M. Boussingault, de l'azote sous les différents états où il se trouve dans ces engrais de même origine, mais d'âges si différents, fournit les résultats suivants :

Composition des terreaux de Tantah desséchés à 110 degrés.

	Terreau nouveau.	Terreau ancien.
Matières organiques	9,915	4,308
Argile, silice, oxyde de fer, phosphates de magnésie et de fer	84,093	89,605
Chlorures solubles équivalant au chlorure de sodium	5,147	4,520
Sulfate de chaux	0,015	0,129
Acide nitrique des nitrates	0,171	0,949
Ammoniaque toute formée	2,039	0,365
Azote des matières organiques	0,620	0,124
	100,000	100,000
Azote total	0,696	0,670

(1) L'azote a été dosé à l'état de gaz, par le procédé de M. Dumas.

» C'est-à-dire qu'on peut saisir, dans cet exemple remarquable de nitrification, les effets du travail suivi par la nature pour la création du salpêtre. C'est l'azote faisant partie primitivement du sang des premiers habitants de Tantah et que les urines et les déjections ont ramené sur le sol à l'état, déjà plus simple, d'urée, d'acide urique, etc., qui abandonne peu à peu le carbone pour revêtir, avec l'aide des siècles et des milieux, la forme de salpêtre ammoniacal (1).

» Cette filiation de la molécule azotée, son passage du règne organique au règne minéral, sont pour ainsi dire rendus évidents par les quantités équivalentes, presque rigoureusement exactes, d'acide nitrique et d'alcali volatil, dosées dans le terreau ancien pour constituer le nitrate d'ammoniaque (0,949 AzO^5 exigent théoriquement 0,299 AzH^3), ainsi que par la balance établie, sans perte bien notable, entre les doses inversement progressives de l'azote organique et de l'azote minéralisé dans le terreau de Tantah à ses différents états. Les tableaux qui suivent feront mieux ressortir ces particularités.

Proportion de l'azote à ses divers états dans les terreaux de Tantah.

	Terreau nouveau desséché à 110°; sur 100 parties en poids.	Terreau ancien desséché à 110°; sur 100 parties en poids.
	gr.	gr.
Azote à l'état de nitrate	0,044	0,246
Azote à l'état de sel ammoniacal	0,032	0,300
Azote à l'état de matière organique	0,620	0,124
Azote total	0,696	0,670

Composition générale des terreaux de Tantah desséchés à 110 degrés, sur 100 kilogrammes.

	Terreau nouveau.	Terreau ancien.
	kil.	kil.
Nitrate d'ammoniaque (AzH^3, HO, AzO^5)	0,184	1,406
Acide nitrique à l'état de nitrate de soude	0,047	»
Ammoniaque à l'état de sel autre que le nitrate	»	0,066
Azote des matières organiques	0,680	0,124
Substances minérales (argile, oxyde et phosphate de fer)	89,255	94,254
Matières organiques	9,894	4,150
Azote total	0,696	0,670

(1) Il serait peut-être également rationnel d'attribuer cette oxydation de l'azote, qui est probablement concomitante de la combustion lente des matières organiques, à la présence du peroxyde de fer contenu à haute dose dans le limon du Nil.

» En résumé, le terreau de Tantah perd en vieillissant la moitié des substances organiques dont il était originairement formé, en même temps que sa richesse en salpêtre ammoniacal décuple au détriment de l'azote de ces mêmes substances. C'est ce qui explique, en la justifiant, la préférence accordée en Égypte au terreau ancien. Ne connaît-on point d'ailleurs depuis longtemps, par l'expérimentation directe, les rapides résultats que l'agriculture européenne obtient de l'application des salpêtres et des sels ammoniacaux employés comme engrais? »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèse d'une base isomère à la toluidine*. Note de **M. W. Koerner**. (Extrait.)

« Si l'on introduit peu à peu du toluène monobromé cristallisé (ayant pour point de fusion 25°,4) dans de l'acide nitrique monohydraté et bien refroidi, il se dissout promptement, et au bout de quelques minutes il se précipite une masse huileuse, sans qu'il se dégage des vapeurs nitreuses en quantité considérable. Le produit de cette réaction, lavé par l'eau et le carbonate de soude, fournit, par la distillation dans un courant de vapeurs d'eau, le bromotoluène mononitré, qu'on n'a qu'à soumettre à une distillation fractionnée dans le vide pour l'obtenir à un état de pureté parfaite. Il est d'un beau jaune de soufre, possède une légère odeur d'amandes amères et bout à 126 degrés centigrades sous la pression de $4^{mm},5$, ou à 130 degrés sous la pression de 6 millimètres. Mis en contact avec l'étain et l'acide chlorhydrique, il se réduit avec une réaction très-violente, en formant le chlorhydrate d'une base bromée. La solution aqueuse, séparée de l'étain, dépose par l'évaporation des paillettes blanches très-brillantes, très-peu solubles dans l'eau froide. En traitant la base de ce sel par l'amalgame de sodium, on élimine le brome et on obtient la toluidine nouvelle. Jusqu'ici je ne l'ai obtenue qu'à l'état liquide. Elle est incolore, à peine plus pesante que l'eau, bout vers 198 degrés et donne avec les acides des sels bien cristallisés, parmi lesquels le nitrate est remarquable par sa beauté. La base et les sels que j'ai obtenus se distinguent facilement de la toluidine ordinaire, mais, bien qu'ils offrent beaucoup de ressemblance avec les dérivés correspondants de l'alcaloïde découvert par M. Rosenstiehl dans la toluidine liquide de M. Coupier, je n'ose pas me prononcer à cet égard, avant d'avoir pu me procurer cette dernière en quantité suffisante pour des expériences comparatives.

» Ce travail a été fait dans le laboratoire de l'Université de Palerme. »

CHIMIE. — *Sur l'influence de la pression dans les réactions en vase clos;* *par* **MM. de Laire** *et* **Girard.** (Extrait.)

Les auteurs ont étudié l'influence qu'exerce la pression sur la formation de la diphénylamine. Après avoir décrit l'appareil qui leur permet de déterminer avec précision la pression et la température, et donné le détail de quelques expériences, ils arrivent aux conclusions suivantes :

« Des faits que nous avons observés il résulte :

» 1° Que l'accroissement de la pression ne favorise pas la formation de la diphénylamine, et que les quantités obtenues de cette substance ne sont point proportionnelles à la durée de l'opération;

» 2° Que l'élévation de la température augmente la production de la diphénylamine;

» 3° Que l'accroissement de pression paralyse, dans une certaine mesure, l'influence favorable que la température exerce sur la formation de la diphénylamine. Maintenant, comment et pourquoi? Est-ce parce que, sous l'influence de la pression, l'ammoniaque et la diphénylamine se combinent de nouveau, de manière à reformer de l'aniline? Est-ce, au contraire, parce que l'aniline cesse de réagir sur son sel? Quelle que soit l'explication que l'on adopte, le fait est certain et conserve sa valeur. »

PHYSIOLOGIE. — *Alcoolisme aigu : épilepsie causée par l'absinthe; alcoolisme chronique : accidents épileptiformes, symptomatiques des lésions organiques.* Note de **M. Magnan**, présentée par M. Bouley.

« *Conclusions.* — 1° Les accidents épileptiques ou épileptiformes dans l'alcoolisme ou, en d'autres termes, l'épilepsie alcoolique, sont de nature radicalement différente, suivant qu'ils se montrent chez les alcooliques aigus ou chez les alcooliques chroniques.

» 2° Dans l'alcoolisme aigu, l'épilepsie est sous la dépendance complète d'un agent extérieur, d'un poison (absinthe), qui, à lui tout seul, crée l'attaque épileptique : c'est une *épilepsie par intoxication.*

» 3° Ces alcooliques épileptiques offrent les accidents ordinaires des alcooliques simples, et de plus des phénomènes surajoutés, parmi lesquels domine l'attaque d'épilepsie.

» 4° Ces deux groupes de symptômes (symptômes alcooliques et convulsions alcooliques), réunis chez le même sujet, se trouvent en rapport avec la double composition du poison ingéré, la liqueur d'absinthe, dont

les deux éléments actifs sont l'alcool et l'absinthe. (Dans quelques faits exceptionnels, il semble qu'on pourrait mettre en cause un agent autre que l'absinthe, mais qui n'est pas encore bien déterminé.)

» 5° Dans l'alcoolisme chronique, les accidents épileptiques ou épileptiformes sont sous la dépendance directe des *modifications organiques survenues chez le sujet* et qui lui ont donné l'aptitude à la crise. Les excès de boissons en altérant peu à peu les organes les rendent capables, sous l'influence des causes les plus diverses, de produire par eux-mêmes des phénomènes convulsifs épileptiformes, des accidents analogues à ceux que l'on voit survenir chez d'autres malades dans certains cas de lésions des centres nerveux (paralysie générale, tumeurs du cerveau, démence sénile, etc.).

» Ces faits, résultant directement de la clinique, se trouvent de tous points confirmés par les expériences physiologiques.

» En employant isolément les différentes substances qui entrent dans la composition de la liqueur d'absinthe, on constate que l'alcool et l'absinthe sont les deux éléments de ce poison, véritablement actifs. Les essences d'anis, de badiane, d'angélique, de *calamus aromaticus*, de mélisse, de fenouil, substances qui entrent le plus ordinairement, avec l'alcool et l'absinthe, dans la composition de la liqueur d'absinthe, ne déterminent aucun accident, administrées à des doses considérables, telles que 20 grammes chez des chiens.

» L'alcool et l'essence d'absinthe ont été donnés comparativement à des chiens, des chats, des cochons d'Inde, des rats, des lapins et différents oiseaux, dans les conditions physiologiques les plus diverses et en mettant à profit, comme voies d'absorption, les muqueuses digestive et pulmonaire, le tissu cellulaire sous-cutané, enfin en introduisant le poison directement dans les veines.

» Les résultats généraux de ces expériences pour l'intoxication aiguë sont les suivants :

» 1° L'alcool provoque chez les animaux de la titubation avec paraplégie, de l'anesthésie, quelquefois un tremblement des membres, puis une résolution plus ou moins complète, du sommeil comateux, un abaissement de la température, etc.; jamais de convulsions épileptiques ou épileptiformes.

» 2° L'essence d'absinthe à faible dose détermine des contractions musculaires brusques, saccadées, comme à la suite d'une décharge électrique; ces contractions se répètent une ou plusieurs fois, commencent par les

muscles du cou (habituellement les extenseurs), gagnent successivement les muscles des épaules, du dos, et donnent lieu alors à des secousses brusques soulevant la partie antérieure du corps de l'animal, qui se blottit, se ramasse sur lui-même comme pour résister. Il n'est pas rare, en outre, de noter chez le chien un état vertigineux dans lequel l'animal s'arrête tout à coup, pendant trente secondes à deux minutes, reste comme hébété, et reprend ensuite son allure habituelle.

» 3° A haute dose, l'essence d'absinthe provoque des attaques dans lesquelles l'animal tombe, présentant des convulsions toniques suivies bientôt de convulsions cloniques, de respiration stertoreuse, d'écume quelquefois sanguinolente aux lèvres et de morsure à la langue, d'évacuations d'urines, de matières fécales et quelquefois de sperme. Pendant quelques instants, l'animal conserve un peu d'hébétude, puis il revient à lui, et, quelques minutes après, une nouvelle attaque se produit. Dans certaines circonstances et plus particulièrement quand l'absorption se fait par la muqueuse pulmonaire, les attaques se succèdent sans la moindre interruption et donnent lieu à une série de convulsions épileptiformes un peu confuses. Dans l'intervalle des attaques, on voit quelquefois des hallucinations chez le chien, qui manifeste alors de la manière la plus caractéristique sa frayeur ou sa colère.

» 4° En soumettant à l'action de l'essence d'absinthe les animaux que l'on prive des lobes cérébraux, ils présentent les mêmes phénomènes convulsifs que les animaux jouissant de l'intégrité parfaite des centres nerveux. De sorte que le système cérébro-spinal, influencé dans sa totalité par le poison, offre des modes réactionnels différents, suivant ses régions. Jusqu'ici deux faits principaux ressortent clairement : le premier, c'est l'existence de l'épilepsie en l'absence des lobes cérébraux; le second, c'est la présence du délire (hallucinations, frayeurs, hébétude) dans l'intervalle des crises convulsives. Le cerveau semble donc entrer en action quand les autres parties épuisées sont au repos, et réciproquement.

» 5° Quand l'alcool et l'essence d'absinthe sont donnés simultanément au même animal, on voit se développer d'abord les accidents alcooliques, puis arrivent les accidents absinthiques, qui sont, en général, un peu retardés.

» 6° Pour l'intoxication chronique, quelques résultats déjà obtenus et des expériences qui se poursuivent permettent de penser que les phénomènes morbides se montrent aussi chez les animaux avec des caractères analogues à ceux qui se présentent chez l'homme.

» Ces conclusions sont déduites de mes recherches cliniques, corroborées par les expériences physiologiques que j'avais commencées, en 1864, à Bicêtre, avec mon regretté maître Marcé, et que j'ai continuées et complétées depuis cette époque. »

PHYSIOLOGIE. — *Isolement des corpuscules solides qui constituent les agents spécifiques des humeurs virulentes; démonstration directe de l'activité de ces corpuscules.* Note de **M. A. Chauveau**, présentée par M. Bouley. (Extrait.)

« Dans mes précédentes communications sur la déterminatien du principe actif des virus, j'ai démontré, par le résultat de l'inoculation des humeurs virulentes, soumises à la *dilution* et à la *diffusion*, que la propriété virulente ne réside point dans les matières dissoutes qui forment la base du sérum de ces humeurs. Mes expériences ont prouvé *directement* la neutralité de ce dernier; elles ont montré que, pour être actif, il doit recéler les *corpuscules figurés* en suspension dans l'humeur, et elles ont démontré ainsi *indirectement* que ce sont ces corpuscules qui constituent les agents de la virulence. Il restait à en fournir la preuve *directe*, en faisant voir que ces corpuscules, complétement isolés du sérum, sont tout aussi virulents que dans leur milieu naturel.

» Cette preuve m'avait paru d'abord difficile à établir à cause de la rareté, de la petitesse, de la légèreté des éléments sur lesquels on doit agir, et de la difficulté de les séparer de l'eau de lavage par filtration ou par décantation. Heureusement un fait, qui m'a été révélé plus tard par une étude sur le développement des agents virulents, est venu transformer cette opération délicate en une grossière manipulation des plus faciles à exécuter.

» Les éléments figurés, en suspension dans les humeurs virulentes, se composent de *granulations libres* et de *cellules* plus ou moins infiltrées de ces mêmes granulations. On sait que les granulations libres sont virulentes, puisque, seules en suspension dans le sérum des humeurs, elles lui communiquent l'inoculabilité. En est-il de même des granulations incorporées aux cellules? Aujourd'hui, je puis répondre affirmativement à cette question. Quand on étudie le développement des foyers de prolifération virulente, on peut constater, au début du processus, qu'il n'existe aucune granulation libre. Toutes sont contenues dans les éléments cellulaires, en voie de multiplication dans le foyer. C'est par la dissolution ultérieure de ces

derniers que les premières deviennent libres. Mais, avant cette dissolution, l'élément virulent a déjà toute son activité. La granulation procède donc de la cellule. Par conséquent, les leucocytes en suspension dans les humeurs virulentes doivent être considérés comme des réceptacles de virus. Or, si les granulations libres sont difficiles à laver et à isoler de leurs véhicules liquides, le lavage et l'isolement des gros corpuscules cellulaires se font au contraire avec la plus grande facilité; si certains liquides virulents sont très-pauvres en cellules, d'autres en contiennent de prodigieuses quantités. En s'adressant à ces dernières, on peut donc arriver sans peine au résultat cherché : l'isolement absolu des corpuscules figurés agents de la virulence.

» De tous les liquides virulents remplissant cette condition, le plus remarquable est le pus des abcès pulmonaires du cheval atteint de morve aiguë. Les éléments virulents y sont très-nombreux. Ils communiquent à l'eau une teinte opalescente, qui permet de se rendre parfaitement compte de la marche des manipulations ayant pour but de les faire passer dans un véhicule composé d'eau pure.

» Voici comment j'ai procédé : 10 centimètres cubes de pus sont retirés du poumon d'un cheval morveux. Je les délaye immédiatement dans 200 grammes d'eau pure, et j'agite à diverses reprises. Puis j'abandonne le mélange à lui-même pendant deux heures, pour laisser déposer les grumeaux capables de retenir du plasma dans leur épaisseur et de le soustraire à l'action du lavage. Je décante ensuite le liquide qui surnage; il ne contient que des granulations ou des éléments cellulaires tout à fait libres, qui peuvent être parfaitement lavés. Le liquide ainsi obtenu est jeté sur un filtre de papier bien choisi. On obtient sur le filtre un résidu composé de presque tous les corspuscules cellulaires et d'un grand nombre des granulations libres en suspension dans le liquide. Par cette opération, qui est destinée à préparer ces éléments au lavage, la masse de ceux-ci se trouve réduite des huit ou neuf dixièmes.

» Cette masse subit un premier lavage dans 500 grammes d'eau distillée. On filtre et l'on procède ensuite à un deuxième lavage du résidu dans la même quantité d'eau. Mais cette fois, au lieu de filtrer, on laisse la séparation se faire par précipitation, en abandonnant le liquide dans une éprouvette pendant toute une nuit. Le lendemain, on trouve une couche blanche au fond de l'éprouvette. Décantation à l'aide d'un siphon, et troisième lavage du résidu avec 500 grammes d'eau. Pendant la nuit, le mélange est abandonné à lui-même. Après un repos de quatorze heures, nouvelle décantation et quatrième lavage du résidu dans 1000 grammes d'eau distillée.

Dernière filtration pratiquée immédiatement. Le résidu est recueilli dans une petite quantité d'eau distillée pour l'inoculation.

» Ces diverses opérations ont duré trente-neuf heures environ. Après ces lavages prolongés, les éléments corpusculaires du pus, ainsi plongés dans leur nouveau véhicule, doivent être considérés comme isolés de tous les autres éléments de cette humeur. Ils présentent, du reste, à peu près les mêmes caractères qu'avant le lavage. On y reconnaît la présence d'une quantité notable de granulations libres, absolument intactes. Les nombreux leucocytes, globules muqueux, grandes cellules proliférantes, cylindres d'épithélium, au milieu desquels sont dispersées ces granulations, se montrent plus transparents et plus ou moins gonflés par l'eau.

» Le liquide qui contient ces éléments sert à inoculer deux animaux, un âne et un cheval. Les inoculations faites à la joue, par piqûres sous-épidermiques au nombre de six, deviennent presque immédiatement le travail initial de l'infection morveuse. Quatre jours après, les deux animaux sont en pleine morve.

» Ainsi les éléments corpusculaires de l'humeur morveuse, isolés du sérum et suspendus dans l'eau distillée, se sont montrés aussi virulents que s'ils étaient restés dans leur véhicule naturel.

» J'ajouterai que les dernières eaux de lavage ne contenant plus ou presque plus de granulations, j'ai pensé qu'on pourrait les essayer par l'inoculation, sans s'exposer beaucoup à inoculer en même temps quelques corpuscules erratiques. L'inoculation pratiquée avec l'eau de la dernière filtration n'a donné aucun résultat. L'eau du quatrième lavage, qui était restée quatorze heures en contact avec les éléments corpusculaires virulents, aspirée avec une petite pipette et inoculée également, est restée inoffensive.

» Ainsi non-seulement les éléments figurés, agents de la virulence, peuvent être lavés sans perdre leurs propriétés spécifiques, mais leur séjour prolongé dans l'eau ne réussit pas à communiquer la virulence à ce liquide. Ce fait, tout à fait en concordance avec le résultat de mes recherches sur l'inactivité du plasma, affirme définitivement l'indépendance réciproque des agents virulents et de leurs véhicules. »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Anatomie comparée de la fleur femelle et du fruit des Cycadées, des Conifères et des Gnétacées.* Note de **M. Ph. Van Tieghem**, présentée par M. Decaisne.

« Dans une série de recherches sur l'anatomie comparée de la fleur, recherches que l'Académie a daigné couronner, j'ai dû passer sous silence

l'organisation florale des Cycadées, des Conifères et des Gnétacées; des études nouvelles me permettent aujourd'hui de combler cette lacune.

» Il s'agit de savoir si les corps reproducteurs de ces plantes sont portés par une feuille ou par un rameau; dans le premier cas, ils seront certainement des ovules, dans le second il y aura lieu de rechercher s'ils sont eux-mêmes de nature appendiculaire ou axile. Or le rameau a toujours ses faisceaux disposés et orientés symétriquement par rapport à une droite, la feuille n'a jamais ses faisceaux disposés et orientés symétriquement que par rapport à un plan, et la réciproque de ces deux propositions est vraie (1). Appliquons ce caractère à l'étude de la question actuelle.

» *Cycadées.* — L'organe femelle des *Cycas*, *Zamia* et *Dion* reçoit de l'axe un seul faisceau qui se bifurque en traversant le parenchyme cortical; les deux branches, à mesure qu'elles s'élèvent dans l'écaille, se divisent à leur tour en constituant un arc presque rectiligne à trachées supérieures et dont les faisceaux marginaux se rendent aux corps reproducteurs de droite et de gauche pour s'épanouir dans leur membrane externe : en deux branches dans les *Cycas*, en six branches dans les *Zamia*, en douze branches dans le *Dion*. Le mode d'origine et la disposition en arc des faisceaux démontrent que l'organe est une feuille et non un rameau et, par suite, que les corps reproducteurs qu'il porte sont des ovules et non des pistils. Les Cycadées sont donc véritablement gymnospermes, et ce sont les feuilles modifiées nées directement de l'axe du bourgeon femelle qui développent les ovules sur leurs bords en constituant chacune une sorte de carpelle ouvert.

» *Conifères.* — Dans les Conifères, au contraire, ce n'est jamais la bractée du bourgeon femelle qui porte les corps reproducteurs; ceux-ci reçoivent toujours leurs faisceaux d'une production née à l'aisselle de la bractée, sans liaison vasculaire avec elle, insérée directement sur l'axe et dont il s'agit de déterminer la nature.

» Dans toutes les plantes de cette famille, la feuille ne reçoit de l'axe qu'un seul faisceau; mais, quand elle est fertile, on voit, un peu au-dessus du point où la trace quitte le cercle vasculaire, les deux sympodies voisines émettre deux branches, qui cheminent horizontalement dans le parenchyme cortical au-dessus de la trace en se tournant les trachées l'une vers l'autre, et qui se relèvent dans le bourgeon, où elles se divisent pour con-

(1) Voir *Recherches sur la symétrie de structure des végétaux* (*Comptes rendus*, t. LXVIII, p. 151), et *Recherches sur la structure du pistil* (*Ann. des Sc. nat.: Bot.*, t. IX, p. 127).

stituer le cercle fibrovasculaire du rameau. Trois faisceaux correspondent donc à chaque feuille fertile : l'inférieur a ses trachées en haut et se rend à la feuille; les deux supérieurs ont leurs trachées latérales et en regard, et forment le rameau. La bractée du bourgeon femelle se comporte comme la feuille : stérile, elle ne reçoit qu'un faisceau; fertile, elle en prend trois, l'inférieur pour elle et les deux supérieurs pour son rameau axillaire. Mais tandis qu'à l'aisselle de la feuille le rameau se développe toujours complétement (1), à l'aisselle de la bractée les faisceaux qui lui sont destinés subissent, comme nous allons le voir, un sort différent.

» 1. Dans les *Pinus*, *Abies*, *Picea*, *Larix* et *Cedrus*, la trace de la bractée mère et la paire de faisceaux supérieurs s'entourent immédiatement chacune d'une gaîne particulière de parenchyme, de sorte que les deux systèmes sont distincts à partir de leur insertion sur l'axe. Mais, dès qu'ils émergent, les deux faisceaux supérieurs se rapprochent en tournant sur eux-mêmes de manière à se mettre côte à côte et à présenter tous deux leurs trachées en dehors et en bas; puis chacun d'eux se divise, les branches du milieu se réunissent et il se forme ainsi un arc fibrovasculaire à concavité inférieure et externe; les trachées en occupent le bord concave et par conséquent sont tournées vers la bractée mère; en d'autres termes, les trachées du faisceau de la bractée mère et celles de l'arc de l'organe axillaire se regardent. C'est d'un des faisceaux latéraux de cet arc que se détache à une certaine hauteur et de chaque côté une branche qui se dirige en arrière pour se rendre au corps reproducteur correspondant. La disposition en arc des faisceaux de la production axillaire prouve que cet organe est une feuille et non un rameau, que les corps reproducteurs qu'il porte sont des ovules et non des pistils; l'orientation extérieure de cet arc montre que la feuille qu'il constitue est diamétralement opposée à la bractée mère; enfin l'origine de cet arc atteste que cette feuille appartient au rameau axillaire. Ainsi, la production ovulifère des Abiétinées possède la structure, l'orientation et le mode d'insertion qui conviennent à la première feuille du rameau axillaire arrêté dans son développement ultérieur. Cette première feuille porte les ovules sur sa face dorsale; elle constitue un carpelle ouvert; et l'on comprend bien qu'elle ne se ferme pas, puisqu'en se re-

(1) Je veux dire que, même dans les cas les plus défavorables, il porte plusieurs feuilles avant de se terminer. Ainsi dans le *Pinus Fremontiana*, par exemple, le bourgeon rudimentaire développe d'abord plusieurs petites écailles avant de produire l'unique feuille aciculaire par laquelle il se termine; cette plante nous offre néanmoins une transition vers l'état encore plus dégradé où se trouve le rameau axillaire de la bractée femelle.

pliant à la manière des carpelles ordinaires des Phanérogames, elle n'envelopperait pas les ovules qui n'en demeureraient pas moins à nu sur sa face externe; l'occlusion de la feuille serait sans but, elle ne se fait pas.

» Il en est de même, à une différence près, chez les *Sequoia* et *Arthrotaxis*. La trace et les faisceaux supérieurs y demeurent en effet enveloppés dans la même gaîne de parenchyme depuis leur insertion sur l'axe jusque vers leur sommet; là, les deux systèmes se séparent, et tandis que la bractée mère se termine par une languette, la première feuille du bourgeon continue son développement, dépasse la bractée, et c'est elle, comme dans les Pins, qui, en se soudant avec ses congénères, ferme le cône après la fécondation. L'écaille du cône des *Sequoia* est donc double, formée de deux feuilles inverses réunies par leurs faces semblables, et c'est de la feuille supérieure que partent les branches vasculaires qui se dirigent en arrière pour se rendre aux ovules.

» 2. Dans les *Juniperus*, *Thuja*, *Biota*, *Taxodium*, *Cupressus*, *Callitris* et *Cryptomeria*, les choses se passent exactement comme dans les *Sequoia*. Il y a encore un système supérieur, identique avec celui des Pins, et qui est la première feuille du bourgeon axillaire produisant les ovules sur sa face dorsale; ce système supérieur est encore compris jusque vers le sommet dans la même gaîne de parenchyme que les faisceaux de la bractée mère. Mais la région de la feuille ovulifère inférieure aux ovules, qui déjà dans les *Sequoia* et *Arthrotaxis* s'allongeait moins que dans les Pins, ce qui redressait à demi les corps reproducteurs, ne se développe ici que fort peu ou pas du tout, de sorte que les ovules sont portés à la base même de la feuille et par conséquent dressés; voilà toute la différence. Réunissons le parenchyme de la feuille séminifère des Pins avec celui de la bractée mère, puis faisons rentrer le tout dans l'axe jusqu'au point d'insertion des ovules, que ce mouvement redressera, et nous obtiendrons l'organisation florale des Cupressinées, en passant par celle des *Sequoia*, qui forment ainsi le lien naturel entre les deux groupes.

» 3. La fleur du Gingko possède aussi la même structure que celle des Pins. Les feuilles fertiles du bourgeon femelle entraînent encore, outre leur trace bifurquée, deux faisceaux destinés au rameau; mais ces deux faisceaux se rapprochent aussitôt en arrière pour constituer un arc ouvert en bas et en dehors, à trachées inférieures et externes, et ils se rendent tout entiers dans un appendice orienté en sens contraire de la feuille mère, et qui n'est autre chose que la première feuille du bourgeon axillaire, identique à l'écaille ovulifère des Abiétinées et, comme elle, entièrement distincte de la

bractée mère. Seulement cette feuille inverse est ici, comme toutes celles de la plante, longuement pétiolée et son pétiole se termine par deux ovules de la même manière que le pétiole ordinaire s'épanouit en un limbe bilobé; chaque ovule correspond ainsi à une moitié du limbe; et comme on rencontre des feuilles à trois, quatre, cinq et six lobes, de même on trouve des pétioles portant trois, quatre, cinq et six ovules qui divergent dans le même plan. On voit que la seule différence avec la fleur des Pins consiste en ce que l'allongement de l'appendice ovulifère, qui dans les Abiétinées se fait à la fois au-dessus et au-dessous des ovules, qui dans les Cupressinées ne se fait qu'au-dessus, ici au contraire ne se produit qu'au-dessous; d'où il résulte que les ovules terminent la feuille.

» Les *Araucaria*, *Dammara* et *Cunninghamia* se comportent comme le Gingko, en ce sens que la feuille ovulifère ne s'y allonge encore que dans sa partie inférieure aux ovules et que ceux-ci la terminent en se réfléchissant sur sa face dorsale. Mais une différence intervient, du même ordre que celle que nous avons déjà rencontrée entre les *Sequoia* et les Pins, c'est-à-dire que le système vasculaire supérieur qui porte les ovules est compris avec les nervures de la bractée mère dans la même gaîne de parenchyme et que l'écaille du cône est double jusqu'au sommet.

» 4. Enfin, il arrive que les faisceaux supérieurs, au lieu de se développer comme dans les cas précédents, tantôt à la fois au-dessus et au-dessous des ovules, tantôt seulement au-dessus, tantôt seulement au-dessous, ne s'allongent sensiblement ni au-dessus, ni au-dessous. Alors l'ovule termine la feuille, et cette feuille est fort courte; il représente à lui seul la première feuille du rameau axillaire presque tout entière; en d'autres termes, le carpelle, tout en conservant dans son système vasculaire l'origine, l'orientation et la structure qui lui sont propres, est réduit à sa portion ovulaire; c'est ce qui a lieu dans les *Podocarpus* et dans les *Dacrydium* (1). »

ZOOTECHNIE. — *Réponse aux observations de* M. Dareste, *relatives à l'origine des bœufs* niata *de l'Amérique méridionale.* Note de **M. Sanson**, présentée par M. Ch. Robin.

« Si M. Dareste avait pris soin de reproduire la description du veau monstrueux dont il a voulu comparer l'ostéologie avec celle des bœufs dits

(1) Et peut-être aussi dans les *Phyllocladus*, dont je n'ai pas pu, jusqu'à présent, étudier la fleur.

niata, en vue d'expliquer la formation des races domestiques, j'aurais pu m'abstenir de répondre à ses observations. L'exposé des faits étant sous les yeux des anatomistes, ils auraient été mis ainsi en mesure de juger de la valeur de nos appréciations respectives, comme on peut, dès à présent, vérifier l'assertion de M. Dareste prétendant que j'avais nié précédemment l'existence de la race des *niata*. Les textes établissent en effet que je me suis borné à contester qu'elle fût scientifiquement démontrée par les témoignages invoqués pour l'affirmer, ce qui est bien différent. Je ne vois pas non plus, pour mon compte, en quoi je me suis rapproché, dans ma dernière Note, de l'opinion émise par lui dans son Mémoire.

» M. Dareste affirme que, « à l'exception d'un seul détail de peu d'importance », tous les traits caractéristiques signalés par M. Owen sur la tête de bœuf *niato* qu'il a décrite se retrouvent exactement les mêmes sur celle du veau monstrueux du Musée de Lille. En voici la description donnée par M. Dareste lui-même : « Les sus-naseaux ne sont plus en rap-
» port par leur bord extérieur qu'avec le lacrymal, et complétement séparés
» des intermaxillaires et des maxillaires.... Cette disposition du squelette
» des fosses nasales est d'autant plus intéressante qu'elle n'existe, à ma
» connaissance du moins, dans aucun autre ruminant, et à bien plus forte
» raison dans aucun autre mammifère; puisque les ruminants sont les seuls
» mammifères chez lesquels l'os lacrymal sort de l'orbite pour s'étendre sur
» la mâchoire supérieure entre l'os maxillaire supérieur et l'os nasal.... Un
» second caractère, qui dérive naturellement du premier, est qu'il n'existe
» pas ici, comme chez les autres ruminants, d'espace triangulaire vide entre
» les naseaux et les os maxillaires et inter-maxillaires. »

» Je ferai remarquer, en passant, que jusqu'ici les anatomistes ont toujours vu la disposition du lacrymal, signalée comme exclusivement propre aux ruminants, exister de même chez les chevaux, chez les cochons, etc., pour ne parler que des mammifères domestiques. Mais ceci ne touche pas à notre discussion. M. Dareste considère comme un « détail de peu d'importance », comme une différence « assurément légère », la disposition des sus-naseaux qui, en raison de leur brièveté tératologique, a privé son veau monstrueux de l'espace triangulaire dont le type naturel des bœufs *niata* est pourvu, comme tous les autres du même genre, mais seulement dans de moindres proportions. La mesure de l'importance de cette différence me paraît ne pouvoir être fournie que par sa conséquence physiologique. Or les bœufs *niata* vivent et se reproduisent depuis un temps que, dans l'état actuel de la science, il est impossible de fixer (car nous ne pouvons

pas admettre comme démontré qu'ils ont pris naissance seulement depuis la conquête de l'Amérique par les Espagnols). Ces bœufs appartiennent donc à une race aujourd'hui déterminée. Le veau monstrueux de M. Dareste est mort au bout de deux mois, malgré les soins dont il était entouré, parce qu'en réalité il n'était pas né viable, les dispositions ostéologiques de sa tête s'opposant à ce qu'il pût teter sa mère.

» Il n'est sans doute pas nécessaire de faire observer que, dans ces conditions, un animal ne saurait être l'auteur d'une nouvelle race. La croyance de M. Dareste sur l'origine des bœufs *niata* en particulier, et les conséquences qu'il en a tirées quant à la formation des races domestiques, en général, ne sont donc point admissibles, pas plus que l'identité anatomique qu'il soutient. »

M. Georges adresse une Note ayant pour titre : « Nouvelles recherches sur l'endosmose. Influence des liquides sur les cloisons organiques ».

Des expériences décrites dans cette Note, il résulte que, au travers d'une cloison de terre dégourdie, le mouvement s'établit de l'eau vers l'alcool; quand la cloison est grasse, le phénomène est inverse, au moins dans les premiers temps de l'expérience. Une solution de phosphate de soude étant séparée d'un bain de sérum par un fragment de membrane intestinale de mouton, le phénomène est variable avec la concentration de la solution, avec la durée de l'expérience, etc. Des solutions d'acide sulfurique, d'acide tartrique, d'acide oxalique, expérimentées au point de vue de leur pouvoir endosmotique en présence de l'eau, donnent également des effets qui dépendent, soit de la densité, soit de la température. L'auteur ajoute, en terminant :

« Quelle est la cause de ces phénomènes? sont-ils dus à des combinaisons qui s'effectuent dans l'intérieur des membranes, principalement dans le cas des acides? ont-ils une relation avec la nature dextrogyre ou lévogyre des substances employées? C'est ce qu'il est impossible de dire aujourd'hui. Seulement je ferai remarquer que, tandis que l'on a avec une solution d'acide tartrique ou d'acide citrique au dixième des effets positifs, si l'on a préalablement fondu ces corps par la chaleur on a des effets négatifs; ainsi, l'endosmomètre peut devenir un instrument précieux pour l'étude des corps organiques. »

Cette Note est présentée par M. Becquerel.

M. Maumené adresse une Note relative à l'action du potassium sur la liqueur des Hollandais. Après avoir rappelé la discussion à laquelle donna lieu autrefois la nature de ce liquide, et les tentatives faites pour la déduire de l'action que le potassium exerce sur lui, il fait connaître ses propres observations. Suivant lui, la différence des résultats obtenus par M. Dumas et par M. Liebig s'explique simplement par cette circonstance, que M. Dumas faisait agir le potassium sur un excès de liqueur des Hollandais, tandis que M. Liebig employait les deux corps dans des proportions inverses. M. Maumené fait remarquer que les produits de la réaction sont absolument différents dans ces circonstances, et que chacun de ces deux chimistes avait bien observé. Les résultats obtenus, selon que l'un ou l'autre des deux corps est employé en excès, ajoute-t-il, peuvent être prévus, dans tous les cas, au moyen de sa « Théorie générale de l'action chimique ».

M. R. Houdin adresse une Note relative aux radiations divergentes que l'œil aperçoit autour d'une flamme lumineuse, quand les paupières sont à moitié fermées. Ces radiations sont dues, selon lui, à ce que le bord de la paupière, tapissé par la conjonctive, est essentiellement propre à la réflexion : quand la paupière supérieure est relevée, les rayons réfléchis sur ses bords ne peuvent arriver à la rétine, parce qu'ils sont arrêtés par la pupille ; il n'en est plus de même quand la paupière est abaissée, et les rayons divergents qui pénètrent tendent à produire une image diffuse de la source lumineuse. Enfin, les cils qui garnissent la paupière s'interposant au milieu de la lumière reçue dans l'œil, l'œil ne perçoit plus que des traits lumineux proportionnés aux intervalles que les cils laissent entre eux.

Cette Note est présentée par M. Cloquet.

M. Meyer adresse de Charleston la solution de problèmes indéterminés exponentiels.

M. Desmartis adresse une Note intitulée : « Le phénol sodique, spécifique de la métropéritonite puerpérale ».

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en comité secret.

La séance est levée à 6 heures. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 5 avril 1869, les ouvrages dont les titres suivent :

Le Jardin fruitier du Muséum; par M. J. DECAISNE, Membre de l'Institut, 97e livraison. Paris, 1869; in-4°, texte et planches.

Zoologie et Paléontologie générales. Nouvelles recherches sur les animaux vertébrés dont on trouve les ossements enfouis dans le sol; par M. P. GERVAIS, 8e et 9e livraisons. Paris, 1869; in-4°, texte et planches.

Traité de Physique élémentaire; par MM. C. DRION *et* E. FERNET, 3e édition, entièrement refondue par M. E. FERNET. Paris, 1869; 1 vol. in-8°.

Étude statistique, économique et chimique sur l'agriculture du pays de Caux; par M. E. MARCHAND. Paris, 1869; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Bussy.)

Les Champignons comestibles et les espèces vénéneuses avec lesquelles ils pourraient être confondus; texte et dessins par M. L. FAVRE-GUILLARMOD. Neuchâtel, 1869; petit in-4°.

Travaux du Conseil d'hygiène publique et de salubrité du département de la Gironde pendant l'année 1868, t. XI. Bordeaux, 1869; in-8°.

Substitution de la force centrifuge au pressurage des vins et du cidre, procédé de M. Leduc. Exposé du procédé; par M. ANIZON. Nantes, 1869; br. in-8°.

Proceedings... *Procès-verbaux de la Société philosophique américaine*, t. II, nos 19-21; t. V, no 50; t. VI, nos 51, 52; t. VII, no 62; t. IX, nos 68, 69; t. X, nos 73, 74, 76, 78, 79, 80. Philadelphie, 1841 à 1868; 14 brochures in-8°.

Statistica... *Statistique du royaume d'Italie. Industrie minérale, année* 1865. Milan et Florence, 1868; grand in-4°.

Movimento... *Mouvement de la navigation italienne à l'extérieur, année* 1866. Florence, 1868; grand in-4°.

Statistica... *Statistique du royaume d'Italie. OEuvres de bienfaisance pendant l'année* 1861, *province de la Lombardie.* Florence, 1868; grand in-4°.

Statistica... *Statistique du royaume d'Italie. OEuvres de bienfaisance pendant l'année* 1861. Florence, 1861; grand in-4°.

Statistica... *Statistique du royaume d'Italie. Morts violentes, année* 1866. Florence, 1866; grand in-4°.

Statistica... *Statistique du royaume d'Italie. Mouvement de la navigation dans les ports du royaume, année* 1867. Florence, 1868; in-4°.

Statistica... *Statistique du royaume d'Italie. Industrie minérale.* Florence, 1868; in-4°.

Statistica... *Statistique du royaume d'Italie. Administration publique. Bilan communal, année* 1866. — *Bilan des provinces, années* 1866-67-68. Florence, 1868; in-4°.

Giornale... *Journal des Sciences naturelles et économiques publié par le Conseil de perfectionnement de l'Institut technique de Palerme, année* 1868, t. IV, fascicules 1 à 3. Palerme, 1868; in-4°.

The... *Ephémérides américaines du* Nautical Almanach *pour l'année* 1870. Washington, 1868; grand in-8°.

PUBLICATIONS PÉRIODIQUES REÇUES PAR L'ACADÉMIE PENDANT LE MOIS DE FÉVRIER 1869. (Fin.)

Bulletin de la Société de l'Industrie minérale; avril à juin 1868; in-8° avec atlas in-fol.

Bulletin de la Société française de Photographie; janvier et février 1869; in-8°.

Bulletin de la Société Géologique de France; feuilles 42 à 45, 1869; in-8°.

Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse; décembre 1868, et janvier 1869; in-8°.

Bulletin de Statistique municipale, publié par les ordres de M. le Baron HAUSSMANN; septembre et octobre 1868; in-4°.

Bulletin général de Thérapeutique; 15 et 28 février 1869; in-8°.

Bulletin hebdomadaire de l'Agriculture; n^{os} 609, 1869; in-8°.

Bullettino meteorologico del R. Osservatorio del Collegio Romano, n° 8 à 10, 1868; in-4°.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences; n^{os} 5 à 8, 1er semestre 1869; in-4°.

Cosmos; n^{os} des 6, 13, 20, 27 février 1869; in-8°.

Gazette des Hôpitaux; n^{os} 14 à 25, 1869; in-4°.

Gazette médicale de Paris; n^{os} 6 à 9, 1869; in-4°.

Journal d'Agriculture pratique; n^{os} 5 à 8, 1869; in-8°.

Journal de Chimie médicale, de Pharmacie et de Toxicologie; février 1869; in-8°.

Journal de l'Agriculture, nos 62 et 63, 1869; in-8°.

Journal de la Société impériale et centrale d'Horticulture; décembre 1868, et janvier 1869; in-8°.

Journal de l'Éclairage au Gaz; nos 21 et 22, 1869; in-4°.

Journal de Mathématiques pures et appliquées; novembre 1868; in-4°.

Journal de Médecine de l'Ouest; 31 janvier 1869; in-8°.

Journal de Médecine vétérinaire militaire; janvier 1869; in-8°.

Journal de Pharmacie et de Chimie; février 1869; in-8°.

Journal des Connaissances médicales et pharmaceutiques; nos 4 et 5, 1869; in-8°.

Journal des Fabricants de Sucre; nos 43 à 46, 1869; in-fol.

Kaiserliche... *Académie impériale des Sciences de Vienne*; n° 3, 1869; in-8°.

L'Abeille médicale; nos 6 à 9, 1869; in-4°.

L'Art dentaire; janvier 1869; in-8°.

L'Art médical; février 1869; in-8°.

Le Gaz; n° 1er, 1869; in-4°.

Le Moniteur de la Photographie; nos 22 et 23, 1869; in-4°.

Les Mondes; nos des 4, 11, 18, 25 février 1869; in-8°.

Le Sud médical; nos 3 et 4, 1869; in-8°.

L'Événement médical; nos 6 à 9, 1869; in-4°.

L'Imprimerie; n° 61, 1869; in-4°.

Magasin pittoresque; février 1869; in-4°.

Monthly... *Notices mensuelles de la Société royale d'Astronomie de Londres*; n° 3, 1869; in-8°.

Montpellier médical... Journal mensuel de Médecine; février 1869; in-8°.

Nouvelles Annales de Mathématiques; février 1869; in-8°.

Nouvelles météorologiques, publiées par la Société météorologique; nos 2 et 3, 1869; in-8°.

Pharmaceutical Journal and Transactions; février 1869; in-8°.

Répertoire de Pharmacie; janvier 1869; in-8°.

Revue des Cours scientifiques; nos 10 à 12, 1869; in-4°.

Revue des Eaux et Forêts; février 1869; in-8°.

Revue de Thérapeutique médico-chirurgicale; n° 4, 1869; in-8°.

Revue hebdomadaire de Chimie scientifique et industrielle; nos 15 à 17, 1869; in-8°.

The Scientific Review; nos 2 et 3, 1869; in-4°.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 12 AVRIL 1869.

PRÉSIDENCE DE M. CLAUDE BERNARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèse d'un nouveau butylène, l'éthyle-vinyle.* Note de **M. Ad. Wurtz.**

« J'ai décrit, il y a quelque temps, le méthyle-allyle qui est un des isomères du butylène, et que j'ai obtenu par l'action du sodium sur un mélange d'iodure de méthyle et d'iodure d'allyle.

» J'ai indiqué pour la synthèse des carbures d'hydrogène une autre méthode qui consiste à traiter par le zinc-éthyle, les iodures ou les bromures organiques. Le propylène et l'amylène bromés, traités par le zinc-éthyle, selon cette dernière méthode, ne m'avaient pas donné des résultats satisfaisants (*Comptes rendus*, t. LIV, p. 390). La réaction de l'éthylène bromé sur le zinc-éthyle est plus nette et donne lieu à la formation d'un nouvel isomère du butylène, l'éthyle-vinyle. Je décris dans la présente Note ce carbure d'hydrogène. J'ajoute que la réaction qui lui donne naissance a été tentée par M. Chapman; mais les indications de ce chimiste diffèrent sensiblement de celles que je vais donner. On peut mélanger le zinc-éthyle et l'éthylène bromé sans que ces corps réagissent à la température ordinaire. La réaction me paraît même lente à la température de 100 degrés, et j'ai toujours chauffé les tubes pendant plusieurs jours au bain-marie, et même au bain d'huile à 140 degrés, sans observer un dépôt immédiat de bromure de zinc. Mais la réaction a lieu néanmoins, car lorsque les tubes ainsi chauffés sont abandonnés à eux-mêmes pendant quelques semaines, il s'y forme un dépôt blanc cristallin (quelquefois un dépôt gris).

» Pour séparer le carbure d'hydrogène formé dans ces conditions, on refroidit fortement les tubes, puis on les ouvre, et on reçoit dans du brome le gaz qui se dégage (1), en ayant soin de chauffer les tubes doucement à la fin. Le bromure obtenu, convenablement purifié, est un liquide parfaitement incolore, bouillant d'une manière constante de 165°,5 à 166 degrés, sous la pression de $0^m,7555$. Ce bromure n'est pas doué d'une odeur irritante. Sa densité à zéro est égale à 1,876 (2).

» 66 grammes de ce bromure ont été décomposés dans des tubes épais par un excès de sodium. L'éthyle-vinyle mis en liberté a été recueilli par distillation, dans un tube fortement refroidi. Distillé de nouveau, il présente le point d'ébullition constant de — 5 degrés sous la pression de $0^m,758$, la boule du thermomètre baignant dans le liquide, dans lequel était plongé d'ailleurs un fil de platine. Une partie de cet éthyle-vinyle régénéré du bromure a été soumise à l'action du brome et a formé un bromure bouillant à 166 degrés, identique avec le bromure primitif. Une autre partie du même carbure d'hydrogène a été condensée dans un matras épais renfermant de l'acide iodhydrique concentré. Le matras fermé ayant été chauffé au bain-marie, on a obtenu un iodure qui, après purification, a présenté le point d'ébullition constant de 120 à 121 degrés, sous la pression de $0^m,7644$. Sa densité à zéro est de 1,634 (3).

» Cet iodure se rapproche beaucoup de l'iodure de butyle qui bout à 121 degrés (4). Il en diffère par la facilité avec laquelle il réagit à la température ordinaire sur l'acétate d'argent, formant ainsi un acétate qui bout vers 110 degrés. Ce dernier, décomposé par la potasse, a donné un hydrate qui a passé vers 95 degrés.

» Je reviendrai prochainement sur ces deux composés dont je ne fais que signaler l'existence aujourd'hui. En raison de l'intérêt que peuvent offrir de telles recherches, au point de vue de la théorie de l'isomérie, je me

(1) Dans une expérience, le carbure a été condensé directement dans un mélange réfrigérant. Ce produit brut a passé à la distillation de — 8 degrés à 0 degré.

(2) Analyse :

	Expérience.	Théorie.
Carbone	21,76	22,22
Hydrogène	3,79	3,70

(3) Analyse :

	Expérience.	Théorie.
Carbone	25,96	26,08
Hydrogène	5,04	4,89

(4) Un échantillon d'iodure de butyle, que je dois à l'obligeance de M. I. Pierre, a présenté le point d'ébullition 123 degrés.

propose de les étendre à d'autres butylènes. Je me contente d'ajouter aujourd'hui : 1° que le bromure de méthyle-allyle bout de 156 à 159 degrés, et possède à zéro une densité de 1,8299; 2° que le pseudobutylène de M. Boutlerow bout vers − 7 degrés; 3° que le butylène provenant de l'érythrite bout à + 3 degrés et donne un bromure bouillant à 158 degrés (de Luynes). L'éthyle-vinyle, qu'on pouvait s'attendre à trouver identique avec le méthyle-allyle, se distingue donc de ce corps et des autres butylènes par le point d'ébullition de son bromure (166 degrés) (1). »

MÉCANIQUE MOLÉCULAIRE. — *Recherches expérimentales et théoriques sur les figures d'équilibre d'une masse liquide sans pesanteur* (onzième et dernière série); *par* **M. J. Plateau**. (Extrait par l'auteur.)

« Ainsi qu'on a pu le voir dans la série précédente, la sphère est très-probablement la seule figure d'équilibre fermée, et toutes les autres présentent des dimensions infinies dans certains sens. Or, quand on essaye de réaliser partiellement l'une de ces dernières, soit avec une masse d'huile dans le mélange alcoolique, soit avec une lame mince de liquide glycérique dans l'air, on reconnaît en général que, lorsque les terminaisons solides auxquelles adhère la masse ou la lame doivent comprendre entre elles une portion trop étendue de la figure, celle-ci refuse de se former, d'où il faut conclure qu'avec cet écartement des terminaisons, elle serait instable. Dans la série actuelle, je cherche d'abord, en m'aidant de l'expérience, du calcul et du raisonnement, les limites de stabilité de la plupart des figures d'équilibre dont je me suis occupé, et spécialement des figures de révolution comprises entre deux bases perpendiculaires à l'axe.

» Je commence par la sphère. Cette figure n'a pas de limite de stabilité, c'est-à-dire qu'elle est stable dans son état complet; en effet, une masse d'huile librement suspendue dans le liquide alcoolique et une bulle de savon flottant dans l'air prennent toujours la forme sphérique, et y reviennent quand on la leur a fait perdre.

» Il suit de là que le plan, qui peut être considéré comme faisant partie d'une sphère de rayon infini, possède également la stabilité, quelle que soit son étendue.

» Je passe ensuite au cylindre. Les expériences de ma deuxième série rela-

(1) Au moment où je corrige cette épreuve, je reçois le cahier d'avril des *Annalen der Chemie und Pharmacie*, avec un très-important Mémoire de M. Ad. Lieben sur la synthèse des alcools. Ce chimiste distingué y décrit un butylène qui paraît identique avec celui de M. de Luynes.

tives à cette figure ont montré qu'un cylindre liquide est instable lorsque le rapport de sa longueur à son diamètre excède une valeur comprise entre les nombres 3 et 3, 6, valeur que j'ai nommée la *limite de la stabilité du cylindre*. Dans la série actuelle, je cherche la valeur exacte de cette limite, et je trouve, par deux méthodes essentiellement différentes, qu'elle est égale à la quantité π; d'où il suit qu'un cylindre liquide est rigoureusement à sa limite de stabilité quand sa longueur est égale à sa circonférence.

» Pour ne pas donner trop d'étendue à ce résumé, j'omets ici les résultats qui concernent la stabilité des trois figures de révolution restantes, ainsi que de quelques autres qui n'appartiennent pas à cette classe.

» Dans la seconde moitié du Mémoire, j'envisage sous un point de vue général la question de la stabilité des figures d'équilibre. Les géomètres ont admis, comme résultats de l'analyse, que les surfaces à courbure moyenne constante, surfaces qui sont celles de nos figures d'équilibre, ont toujours une étendue minima. Mais s'il fallait accepter ce principe sans restriction, il s'ensuivrait, contrairement à l'expérience, que toute figure d'équilibre liquide partielle terminée à un système solide serait nécessairement stable, quelque portion qu'elle représentât de la figure indéfinie. En effet, la couche superficielle de la masse étant réellement, on le sait aujourd'hui, dans un état de tension, elle fait constamment effort pour se resserrer; si donc, dans l'équilibre, son étendue était toujours un minimum, une déformation très-petite quelconque augmenterait cette étendue, et conséquemment la couche superficielle ferait effort pour reprendre ses dimensions premières et rétablir la forme d'équilibre.

» Les géomètres ont été conduits au principe ci-dessus par le fait que la variation des surfaces dont il s'agit est toujours nulle, ce qui semble impliquer nécessairement un minimum ou un maximum d'étendue; et comme il est évident qu'avec un volume donné on peut toujours augmenter la surface par un changement de forme convenable, on en a conclu qu'il fallait choisir le minimum. Or il y avait une supposition intermédiaire également légitime qu'on n'a pas faite, et qui est celle de la réalité : c'est qu'au delà de limites déterminées, la surface est minima par rapport à certains modes de petite déformation, tandis qu'elle est maxima par rapport à d'autres modes.

» Je démontre l'exactitude de ce dernier principe par l'étude du cylindre. On sait, par les expériences de ma deuxième série, que la transformation spontanée d'un cylindre très-long relativement à son diamètre s'effectue par le partage de la figure en portions alternativement étranglées et renflées, lesquelles se dessinent de plus en plus jusqu'à la conversion de la masse en

une suite de sphères isolées; or, en prenant une sinusoïde pour ligne méridienne à la naissance de l'altération spontanée, je trouve, par le calcul, que si la somme d'un étranglement et d'un renflement excède en longueur la circonférence du cylindre originaire, la surface a effectivement diminué.

» Ainsi, même abstraction faite de toute expérience, l'instabilité d'un cylindre liquide dont la longueur surpasse la circonférence est un fait nécessaire, et, pour le dire en passant, de cette nécessité découle celle de la théorie de la constitution des veines liquides exposée à la fin de ma deuxième série.

» J'omets ici d'autres points, dont on trouvera l'examen dans mon Mémoire, tels que l'influence des résistances sur la longueur des étranglements et des renflements dans la transformation d'un long cylindre, etc. »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Note sur la structure générale des végétaux; par* **M. Lestiboudois.**

« Dans un Mémoire intitulé : *Recherches sur la structure des végétaux*, et inséré aux *Comptes rendus* (18 janvier 1869), M. Van Tieghem présente les caractères qui, selon lui, distinguent les racines, les tiges, les feuilles.

» Ce qu'il dit de la *feuille* est accompagné de la Note suivante :

« Il est inexact de dire avec M. Lestiboudois (*Ann. des Sc. nat.*, 3e série, » t. X, p. 136) que les feuilles des monocotylédonés sont dépourvues de » nervure médiane. » Il y a dans cette déclaration une erreur matérielle; ce que j'ai dit dans le passage cité se rapporte au *cotylédon* et non aux *feuilles* des monocotylédonés. Pour le démontrer, je vais transcrire textuellement ce que j'ai imprimé dans les *Annales des Sciences naturelles* (*loc. cit.*) et dans ma *Phyllotaxie anatomique*, p. 100, 1848.

« Des faits précédemment exposés on peut conclure que dans les mono- » cotylédonés tous les faisceaux du cercle vasculaire fournissent des cor- » dons destinés à former une seule feuille *cotylédonaire*, que les nervures » de cette feuille sont généralement en nombres pairs, que conséquemment » elle n'a pas de nervure médiane, que les cordons foliaires ne naissent pas » vis-à-vis des faisceaux caulinaires, mais sont formés dans l'intervalle des » faisceaux caulinaires; que la feuille cotylédonaire commence normale- » ment une série alterne. On ne voit pas l'avortement d'une feuille cotylé- » donaire qui serait opposée; mais le cotylédon entraîne toutes les expan- » sions vasculaires de la tigelle.... »

« Les dessins qui sont placés dans les ouvrages que nous venons de mentionner (*Pl.* 4 et 5) montrent que dans le *Phœnix Dactylifera*, le *Zea Maïs*, le *Canna indica* les dispositions des faisceaux cotylédonaires sont telles

qu'on les a décrites; on les retrouve dans les *Amaryllis*, les *Triticum*, etc. Ces faits ont une grande importance; ils démontrent que les dicotylédonés et les monocotylédonés ont à l'origine la même symétrie; seulement, tandis que les fibres émanées du cercle des faisceaux vasculaires des premiers se rendent symétriquement dans deux expansions foliaires opposées en nombre impair dans chacune, celles des seconds se rendent toutes dans un seul cotylédon engaînant, fendu d'un côté, chacune de ces moitiés ayant un nombre de nervures impair, l'ensemble du cotylédon ayant conséquemment un nombre pair de nervures. J'ai pris soin de noter cependant que dans quelques plantes, le Phœnix par exemple, le nombre des faisceaux est sujet à varier. Quant aux autres expansions foliacées, j'ai dit que les feuilles primordiales conservent quelquefois des nervures en nombre pair, que les feuilles caulinaires prennent visiblement une nervure médiane, mais que dans quelques-unes le parallélisme et la ténuité des nervures foliaires empêchent de décider sûrement si celles-ci sont en nombre impair.

» Après avoir signalé l'erreur qu'on a commise et rétabli ce que j'ai écrit sur les feuilles des monocotylédonés, je demanderai à l'Académie, comme l'a fait M. Trécul, la permission de lui présenter quelques réflexions sur les considérations dont l'anatomie générale et comparée des tiges, des racines et des feuilles ont été le sujet.

» L'*histologie*, l'une des branches de l'anatomie générale, nous révèle d'abord ce fait aujourd'hui généralement admis que les végétaux sont composés d'un élément anatomique unique, l'*utricule*, qui est formé d'une membrane close et d'un noyau, qui est doué d'une vie propre, manifesté par des élaborations particulières, mais qui reçoit l'influence de l'action des autres utricules, comme il concourt lui-même à la vie générale de la plante.

» Les *clostres*, les *tubes*, les *vaisseaux trachéens*, les *vaisseaux propres* en sont des modifications assez notables pour qu'on les ait considérés comme des éléments distincts. Mais tous se confondent par des nuances insensibles; j'ai moi-même indiqué (Études anat., *Comptes rendus*) de nombreuses transitions qui servent à unir les diverses structures entre elles. Les éléments anatomiques forment tous les *tissus* (épiderme, parenchymes, merenchymes, collenchymes, prosenchymes ou fibres, cordons ou réseaux vasculaires); les tissus se distinguent par la forme, la consistance, et surtout le mode d'union des éléments anatomiques; ils se distinguent aussi par leur fonction générale : on nomme système *ligneux* celui qui sert spécialement à l'ascension de la séve, tissu *cortical* celui qui sert à l'élaboration et au transport de la séve descendante.

» L'ensemble des éléments corticaux constitue le *système cortical*, ou

l'*écorce;* l'ensemble des éléments ligneux constitue le *système ligneux* ou le *bois;* les groupes et les cordons arrondis formés de fibres et de vaisseaux du bois et de fibres corticales séparées d'éléments ligneux par une ligne de tissus en état de formation, constituent les *faisceaux fibro-vasculaires*. Enfin la combinaison de ces diverses parties forme les *organes spéciaux*.

» L'*organographie générale* nous montre que ces organes se réduisent à trois : La *tige* formée par la réunion des *faisceaux* fibro-vasculaires, rangés symétriquement dans un ordre *cyclaire*, autour d'un axe *fictif;*

» La *racine*, émanation de tissus de la tige, croissant en sens inverse de celle-ci, fixant ordinairement la plante et absorbant la plus grande partie des liquides qui constituent la séve ;

» Les *feuilles* ou *phylles*, expansions terminales d'un ou de plusieurs faisceaux sortant du cercle de la tige, pour se placer dans un plan et former un organe laminaire. J'ai montré (*Soc. de Lille*, 1839; *Étud. anat.*, 1840; *Phyllotaxie*, 1848) que les faisceaux foliaires sont la continuation directe de faisceaux caulinaires, qu'ils forment normalement les nervures des feuilles, que celles-ci sont en nombre impair, et que la disposition des feuilles sur la tige et les rapports qu'elles ont entre elles dépendent du nombre et de l'arrangement des faisceaux caulinaires; enfin j'ai montré comment les faisceaux épanouis se reconstituent symétriquement dans la tige.

» Les nervures semblent parfois n'être plus disposées en un plan; dans certaines plantes le pétiole est cylindrique, ses faisceaux sont rangés en cercle, et les plans extérieurs des faisceaux latéraux fournissent des fibres, qui, en s'unissant supérieurement, constituent un faisceau médian supérieur, de sorte que le nombre des faisceaux devient pair; exemple : le *Ricin* (*Étude anat.*), *Ecbalium*, etc. (Note sur la vrille des Cucurbitacées, *Comptes rendus*, 1868). Toute la partie supérieure de la feuille peut même être cylindrique, comme dans l'*Allium cœpa;* mais généralement son limbe est laminaire, et dans aucun cas sa base, à la sortie de la tige, ne présente la disposition cyclaire .

» Les feuilles d'un petit nombre de plantes, ex. celles du *Bryophyllum calicinum*, celles de quelques plantes grasses, placées dans des circonstances favorables, produisent des bourgeons, comme si leur accroissement n'était pas terminé. Mais, dans ces cas exceptionnels, les feuilles se distinguent facilement, parce qu'elles conservent le caractère *laminaire*, et parce que, si la feuille a produit des bourgeons, elle n'est pas pour cela destinée à continuer son accroissement : elle périt et les bourgeons forment des plantes indépendantes.

» Toutes les feuilles *primordiales*, *caulinaires*, *raméales*, les *cotylédons* (phylles embryonnaires), les *bractées* (phylles pédonculaires) ont le même mode de formation.

» J'ai montré (*Étude anat.*; *Phyllotaxie*) que les *organes floraux* (phylles thalamiques), auxquels on a reconnu l'apparence de feuilles, étaient effectivement formés par les mêmes faisceaux, s'épanouissant suivant les mêmes lois symétriques, pour former des expansions similaires, ayant les mêmes rapports entre eux; qu'à la vérité il était un caractère qui faisait obstacle à l'assimilation complète des phylles caulinaires et des phylles thalamiques; les feuilles des spires qui se succèdent sur la tige se correspondent dans leur ordre numérique : la première feuille de la première spire coorrespondant à la première feuille de la deuxième spire et ainsi de suite, tandis que les phylles des spires thalamiques superposées sont le plus souvent alternes, de manière que les pétales alternent avec les sépales, les étamines alternent avec les pétales et correspondent conséquemment aux sépales, les carpelles alternent avec les étamines et correspondent aux sépales; il y a donc en quelque sorte doubles spires; mais j'ai montré que cette disposition tient précisément à l'arrangement et au mode d'épanouissement des faisceaux caulinaires; la fleur étant un bourgeon *terminé*, tous les faisceaux qui composent ses phylles s'épanouissent presque en même temps, les faisceaux foliaires proprement dits, aussi bien que les faisceaux intercalés qui, dans les tiges, doivent fournir les éléments des spires qui se succèdent en nombre illimité. Il est donc indubitable que les phylles thalamiques et caulinaires sont formés par les mêmes faisceaux, s'épanouissent dans le même ordre, avec cette seule modification que les faisceaux intercalaires ou réparateurs s'épanouissent simultanément dans les fleurs et fournissent des phylles alternes.

» L'*ovule* ou la *graine* elle-même doit être considérée comme une expansion phyllaire : elle est formée exactement comme les autres et peut, comme les autres, se transformer en feuille véritable, et, si généralement on ne l'a pas ramenée à ce type, c'est parce qu'on n'a pas bien saisi le caractère de chacune de ses parties (podosperme, testa, tegmen, amande).

» Le *podosperme* en est le pétiole; le *testa* (enveloppe extérieure) est le limbe, contenant les ramifications des faisceaux vasculaires, devenant cuculliforme pour entourer la graine, et rétrécissant de plus en plus son orifice terminal (micropyle); le *tegmen* (enveloppe interne) n'est qu'un appendice du limbe foliaire, analogue à celui qui entoure la glande située à la base des pétales de certaines Renoncules (*Ranunculus gramineus, aconitifolius*, par exemple), etc.

» Quant à l'*amande*, c'est un point du parenchyme de la feuille ovulaire développé (comme le pollen est une portion du parenchyme de la feuille staminaire); dans les cavités de son tissu sont déposés les matériaux qui, avec le concours des éléments contenus dans les graines polliniques, créent l'*embryon*, être nouveau, indépendant, pourvu comme la plante dont il procède d'une tige (tigelle), de feuilles (cotylédons), d'un bourgeon terminal (gemmule), d'une racine (radicule).

» Les groupes des phylles *ovulaires* correspondent habituellement aux phylles sépalaires et staminaires, et alternent avec les phylles pétalaires et carpellaires.

» Les phylles ovulaires peuvent être enfermés dans une cavité générale formée par les carpelles, unis à leurs voisins par leurs bords (fruit uniloculaire), ou enfermés dans des cavités distinctes, formées par chacune des carpelles dont les bords viennent se souder entre eux, soit que ces carpelles restent séparés (fruits multiples), soit qu'ils s'unissent au centre (fruits pluriloculaires); dans ces deux cas, chaque carpelle renferme deux séries d'ovules qui chacune représente la moitié de groupes ovulaires différents placés entre les bords respectifs des carpelles. Enfin les phylles ovulaires peuvent n'être pas renfermés dans des phylles carpellaires (plantes gymnospermes).

» Les phylles ovulaires peuvent rester séparés des carpelles : tantôt alors ils restent distincts les uns des autres, tantôt ils confondent leurs supports pour former un assemblage d'apparence cyclaire (*trophosperme central*), mais jamais un axe réel ; et les limbes (*teguments ovulaires*) ont toujours le caractère de phylles épanouis.

» Les phylles ovulaires peuvent s'unir aux carpelles : quelquefois ils s'unissent seulement avec le sommet de ces derniers et restent libres dans le reste de leur étendue (*trophosperme axile*). Le plus souvent ils sont unis avec les bords correspondants des carpelles entre lesquels ils sont placés; dans quelques cas rares, ils sont attachés à toute la partie des carpelles qui constitue les cloisons, ex. *Nymphæa;* ou même à toute la surface intérieure des carpelles, ex. *Butomées, Flacurtianées.*

» Les phylles ovulaires unis aux bords des carpelles sont placés dans *l'angle interne des loges*, de manière à constituer un corps central, imitant un axe, quand les carpelles forment un fruit multiloculaire; ils peuvent être reportés à la périphérie, quand les bords carpellaires pénètrent jusqu'au centre et se recourbent ensuite pour se souder à la périphérie, ex. les *Cucurbitacées.*

» Ils sont directement pariétaux, si les carpelles simplement unis par leurs bords constituent un fruit uniloculaire. Dans ce cas, le mode de déhiscence du fruit leur a fait attribuer des positions différentes : ils sont *marginaux*, si à la maturité les bords carpellaires se séparent; ils semblent *médians* ou attachés au milieu des *valves*, si les carpelles restent soudés par leurs bords et se fendent sur la ligne médiane; ils sont dits attachés à un trophosperme *intervallaire*, si la déhiscence sépare les valves de leurs bords qui restent soudés deux à deux et portent une double série de graines : ex. Crucifères, Papavéracées; enfin dans les fruits *replés*, la déhiscence isole la partie centrale des carpelles comme un filet, et les parties des carpelles qui restent soudées sont larges, comme une valve, et portent une double série de graines à leur point de soudure.

» Ainsi lorsqu'on admet, comme nous l'avons fait, que les ovules représentent des groupes d'expansions phyllaires, analogues aux autres expansions thalamiques, on explique sans peine toutes les particularités de structure du fruit; l'observation directe démontre d'ailleurs que cet organe n'est formé que par l'assemblage des carpelles et des ovules.

» Après eux, il n'est plus de parties qui se forment normalement, et la tige qui est la réunion de faisceaux avant leur expansion n'existe plus. Ce qu'on appelle *axe du fruit*, dans le cas ordinaire, est l'union de phylles ovulaires, isolés des phylles carpellaires, ou entraînant avec eux les bords de ces derniers. Ainsi disparaît la question qui a tant embarrassé les botanistes : Quelles sont les parties qui constituent l'*axe*, quelles sont celles qui appartiennent aux carpelles? La doctrine qui considère les ovules comme étant réellement des phylles a encore l'avantage de permettre de préciser plus nettement l'origine, les rapports et la nature des autres phylles thalamiques, ainsi que des parties qui les composent.

» L'un des points sur lesquels les dissensions continuent d'exister entre les botanistes, c'est celui de savoir où commence le calice, et où s'insère l'ovaire.

» Il est des auteurs qui pensent que certains ovaires infères sont placés dans la tige creusée pour les recevoir, et que le calice et les autres expansions thalamiques ne commencent qu'au-dessus de l'ovaire, au point où ils deviennent libres. Mais si les ovules, véritables expansions phyllaires, et même les carpelles, qui ont le même caractère, ont déjà abandonné l'union cyclaire pour s'étaler sous forme *laminaire*, dont le limbe au moins est épanoui, est-il possible d'admettre que les étamines, les pétales et les sépales, qui sont des phylles inférieurs, qui doivent conséquemment se dé-

tacher les premières de la tige, font encore partie de cette dernière? Cela est contraire aux lois d'évolution des spires phyllaires. Est-ce qu'on peut les considérer comme constituant une prolongation de la tige par cela seul qu'elles restent soudées en un anneau complet? Mais il est précisément de l'essence des spires thalamiques de se souder entre elles, et leurs soudures fournissent les caractères les plus essentiels des fleurs. Ces soudures offrent tous les degrés et toutes les combinaisons. Auxquelles s'arrêtera-t-on pour déterminer la nature des organes floraux? Si, dans le *Prismatocarpus*, la paroi de l'ovaire contient les éléments des sépales, des pétales, des étamines et des carpelles parfaitement unis, les carpelles sont moins complétement soudés dans le *Malus;* ils ne le sont plus dans le *Rosa,* mais ils sont encore engagés dans le calice de cette plante; ils sont vraiment supères dans le *Lythrum*, dans les Légumineuses, etc.; les étamines sont moins soudées avec les sépales que les pétales dans les Cucurbitacées. Dans les Passiflores, pendant que les divisions corollaires restent unies au calice, les ovaires sont supères, et les étamines sont emportées avec lui; dans certaines plantes, ce sont les spires intermédiaires qui restent unies, les sépales et les carpelles restant libres. C'est ce qu'on voit dans les monopétales hypogines: la corolle y est staminifère, mais les sépales et les carpelles sont tout à fait libres; enfin les soudures peuvent s'opérer entre les spires intérieures, tandis que les extérieures restent libres. Ainsi, dans le *Cleome*, les ovaires emportent les étamines, et laissent libres tous les autres phylles thalamiques; dans le *Nymphæa alba*, tous vont s'unir à l'ovaire, excepté les sépales extérieurs. Lorsque les spires thalamiques les plus intérieures restent seules soudées, il est souvent difficile de ne pas considérer leur base comme prolongement de la tige du corps qu'elles forment par leur réunion, et qui constitue le support commun des expansions supérieures. Mais les dispositions qu'on remarque dans l'immense majorité des végétaux ont fait admettre par analogie que ce support est formé par la soudure des faisceaux phyllaires.

» D'après ces considérations, il nous semble naturel d'admettre, avec le plus grand nombre des botanistes, que la tige finit et la fleur commence là où l'on peut distinguer l'une des cinq spires thalamiques, celles des phylles ovulaires particulièrement. S'il est des fleurs dont le calice, en entraînant les sépales et les étamines, va former un corps indivis avec les carpelles, elles n'ont pas, pour cela, l'ovaire renfermé dans la tige; ce sont, selon l'expression de Tournefort, *des fleurs dont le calice devient fruit*, ou, pour parler plus exactement, *dont le calice se confond avec les sépales, les étamines, et enfin*

avec le fruit. Si la paroi commune ne contient pas un nombre de faisceaux suffisant pour fournir les spires thalamiques qui se succèdent, c'est que les faisceaux de ces spires, bien qu'ayant abandonné la disposition cyclaire, ne sont pas encore séparés. Si enfin elle produit quelquefois des expansions foliacées, cette production est accidentelle, comme celles qui doublent les pétales, transforment et multiplient les étamines, etc.

» Il résulte des faits qui viennent d'être exposés que la fleur doit être rationnellement considérée comme formée de cinq spires de phylles; que ces phylles sont anatomiquement les analogues des autres expansions phyllaires; que conséquemment les végétaux ne sont fondamentalement composés que de trois organes, les *tiges*, les *racines*, les *phylles*.

» L'*anatomie comparée* fait voir que ces organes présentent des différences de structure dans les trois grandes classes de végétaux. Nous indiquerons ces différences dans un autre travail. »

RAPPORTS.

TOPOGRAPHIE. — *Rapport sur la planchette photographique inventée par* A. Chevallier, *et construite par* M. Duboscq.

(Commissaires : MM. Regnault, Fizeau, d'Abbadie rapporteur.)

« Dès que Daguerre eut employé la chambre noire pour fixer les images sur une plaque métallique, Arago vit tout de suite que le topographe pourrait emprunter à la photographie ses moyens rapides d'investigation. Cette prévision du grand physicien suscita diverses idées pour une solution pratique du problème, et, cinq ans plus tard, M. Martens montra que l'on pouvait fixer sur la surface d'un cylindre une suite d'images reçue à travers une fente étroite et un objectif mobiles. On n'obtenait ainsi qu'un demi-tour d'horizon, mais M. Garella, Ingénieur en chef des Mines, ne tarda pas à perfectionner l'appareil, de manière à obtenir les images sur une surface plane et à prendre, à la rigueur, un tour d'horizon entier. Ces dispositions étaient ingénieuses, mais quand il s'agissait ensuite de construire une carte plane, il fallait recourir préalablement soit à de longs calculs, soit à des réductions graphiques, où la possibilité des erreurs se joignait à des retards inévitables.

» Dix-sept ans après l'invention de Daguerre, A. Chevallier posa enfin d'une manière précise le problème à résoudre, en établissant que, pour

obtenir un plan sur le papier, il fallait construire dans chaque station un rapporteur spécial, formé photographiquement par l'ensemble des signaux à relever, que l'instrument enregistre automatiquement selon les écartements angulaires où l'œil les aperçoit de la station choisie.

» Ce résultat est obtenu en promenant autour de l'horizon, par un mouvement d'horlogerie, un objectif vertical qui reçoit les images des signaux situés autour de la station. Reçues ensuite par un prisme à réflexion totale solidaire avec l'objectif, ces images sont renvoyées de haut en bas à travers une fente placée au-dessus d'une glace sensibilisée et horizontale. L'axe de cette fente fait partie du plan vertical mobile qui contient à la fois l'axe optique de l'objectif et le centre autour duquel il se promène en azimut. La fente s'ouvre automatiquement et sans secousse, après que l'objectif et le prisme ont déjà acquis un mouvement circulaire uniforme. Quand le tour d'horizon est terminé, cette fente se ferme d'elle-même, et l'on peut tourner horizontalement tout l'appareil, jusqu'à ce que l'aiguille d'une boussole attachée coïncide avec le zéro de son cercle divisé. En ouvrant alors une fente spéciale, on laisse la lumière tracer sur le bord de la glace un trait qui ajoute à l'épreuve la direction du méridien magnétique. Cette précaution sert à orienter le cliché et permet au dessinateur du plan définitif de se retrouver dans la combinaison ultérieure de plusieurs tours d'horizon.

» Dans ce cercle d'images photographiées, tous les signaux conservent entre eux les vrais écartements angulaires sous lesquels on les voit de la station. Pour les cas rares où un signal serait trop haut ou trop bas par rapport à l'objectif, une petite lunette à éclimètre, mobile autour d'un bras horizontal et qui surmonte tout l'appareil, permet de rapporter ce signal à un jalon placé dans le champ de l'instrument. Enfin, une ligne déliée, produite par un fil situé à la hauteur de l'axe optique, montre tous les points du panorama photographique dont l'altitude est égale à celle de la station où l'on opère. En mesurant la distance de cette ligne au sommet de chaque signal et en s'aidant d'une table numérique, on obtient aisément les altitudes relatives. L'usage de tout cet appareil n'exige d'autre connaissance spéciale que celle de la photographie.

» Pour comprendre la grande simplification apportée ainsi dans l'art de lever les plans, reportons-nous aux méthodes employées jusqu'ici :

» Après avoir dirigé péniblement sur chaque signal l'axe optique de la lunette du théodolite, on lit et l'on écrit successivement les chiffres du niveau, des deux limbes et de leurs verniers. Quand les relèvements sont très-nom-

breux on est forcé de consacrer plusieurs heures à un seul tour d'horizon. Puis on place convenablement un rapporteur : on lit d'abord et l'on pointe ensuite un à un chaque angle horizontal. Ces opérations successives sont fort longues : souvent on y commet des erreurs d'autant plus difficiles à redresser qu'elles remontent plus haut. Le théodolite ordinaire ou théodolite à lecture n'est réellement préférable que si l'on veut approcher des limites de l'exactitude en appliquant le calcul à la construction de chaque triangle.

» Au contraire, le théodolite autographe ou planchette photographique achève dans une demi-heure le tour d'horizon le plus compliqué. On sera donc porté à pousser bien plus loin le nombre des détails en multipliant les signaux artificiels, car on enregistre involontairement les moindres accidents du paysage et même des signaux dont on ne prévoyait pas le besoin. L'opérateur évite ainsi ces précautions supplémentaires que dans les méthodes usuelles on est obligé de prendre pour bien marquer la station, afin d'y relever, dans une seconde opération, les signaux importants qu'on avait omis, par ignorance ou par mégarde, de noter dans la première. Pour construire enfin le plan ou la carte, on applique directement la règle sur l'épreuve photographique, car dans la méthode nouvelle chaque station a son rapporteur spécial. Le dessinateur n'a jamais à s'y préoccuper des lectures ni des transcriptions d'angles qui, disparaissant dans le résultat final, ne sont, dans tous les cas, que des séries de rapports et en quelque sorte des intermédiaires destinés à disparaître dès que le travail est terminé.

» A ces avantages de la planchette photographique il faut ajouter qu'elle affranchit l'opérateur de ces fautes d'attention si souvent difficiles à reconnaître ou même à délimiter quand on s'en doute après coup. Le nouvel instrument jouit du précieux avantage des appareils automatiques, car la lumière s'y charge elle-même de faire les observations. De plus, on peut tirer d'un seul cliché autant d'épreuves qu'on voudra et plusieurs dessinateurs rédigeront ainsi au besoin un même plan en expéditions multiples. Les méthodes de contrôle sont toujours précieuses pour constater les faits, et celle que nous venons de mentionner ne peut s'employer lorsqu'on a opéré au théodolite, ni à plus forte raison quand on a fait des levés avec la planchette d'arpenteur. Au lieu de leurs levés discontinus et si souvent insuffisants, on obtient une véritable intégration en azimut, et en même temps une courbe d'égal niveau que le cliché donne sans calcul préalable.

» Il n'est pas sans intérêt d'examiner les objections qu'on peut élever

contre le théodolite imprimant de Chevallier. Le cliché qu'il fournit présente dans les angles azimutaux une incertitude de 4 ou 5 minutes, ce qui donne lieu à une erreur d'environ 1 mètre à une distance de 1000 mètres. Cette incertitude, due à des causes encore inconnues, peut varier ou même grandir un peu dans les épreuves positives, selon la qualité du papier et son retrait inégal par suite des lavages et autres manipulations de la photographie. L'emploi d'une règle spéciale pourvue de microscopes pourrait atténuer ces erreurs, qui, en rendant l'instrument impropre jusqu'ici à fournir des plans de la dernière précision, lui laissent toujours un avantage immense, même dans ces reconnaissances exactes qui doivent précéder les opérations de la grande géodésie. Il est d'ailleurs difficile de prévoir le degré de perfection qu'une grande habitude de l'appareil permettra d'atteindre.

» Comme le topographe ne fait pas des vues artistiques, il n'y a pas lieu de blâmer l'inégalité des teintes qui résulte des variations de la lumière. Le rayon de nos rapporteurs ordinaires est de 9 à 10 centimètres seulement : dans le rapporteur photographique il est de 15 centimètres, ce qui donne une précision plus grande; et si la déformation produite par la convergence des lignes vers le centre vient jeter quelque doute sur l'identification d'un signal, on peut toujours s'éclairer en comparant les images des signaux voisins et en examinant la hauteur relative de chacun d'entre eux. Cette dernière donnée, souvent omise dans nos anciennes méthodes de levés, ne s'y obtient que par des opérations relativement fort longues.

» L'inventeur a ajouté à son appareil une boussole qui donne l'angle à 3 ou 4 minutes près. Il s'est aussi ménagé les moyens d'entourer chaque épreuve d'une division en degrés imprimés photographiquement au moyen d'une glace type. Cette addition est de luxe, mais elle plaira aux personnes que l'habitude amène à considérer avant tout les angles azimutaux.

» Après avoir suivi, pendant plusieurs années, les perfectionnements de détail que l'inventeur ne cessait d'ajouter à son idée fondamentale, votre rapporteur a voulu connaître les résultats de la pratique. Il s'est assuré personnellement, auprès de M. Viollet le Duc, que cet architecte éminent est complétement satisfait du plan du château de Pierrefonds levé par A. Chevallier : on sait d'ailleurs combien l'œil d'un artiste est sévère à l'égard de légères imperfections dans les proportions d'un travail d'art où chaque relief doit conserver sa vraie grandeur pour donner un ensemble harmonieux.

» Sans insister sur un monument de Paris où l'architecte avait compté, non sans raison, sur un effet de perspective pour dissimuler une irrégula-

rité de construction, nous citerons le levé partiel des environs de Toulon, qui, fait par la photographie sous les yeux de deux savants officiers, MM. Mouchez, Capitaine de vaisseau, et E. Paté, Capitaine du Génie, signala une erreur dans le plan directeur auquel on le comparait. L'invention de Chevallier est ainsi non-seulement un rapide moyen de fonder une topographie, mais encore un précieux instrument de contrôle pour les plans déjà exécutés. Dans les féconds travaux de la paix, il servira à refaire, sans trop d'efforts, notre carte du cadastre, où tant d'erreurs se sont glissées. En temps de guerre, il pourrait avancer nos principes de tactique, en retraçant fidèlement les divers épisodes d'un combat. Mais c'est surtout en achevant promptement le plan directeur pour l'attaque d'une place à peine investie que le théodolite imprimant sera utile, car il exécute rapidement, et il épargnera la vie de plus d'un officier du Génie, souvent trop porté à s'exposer au canon de l'assiégé. Dans ce cas, en effet, on conçoit l'avantage d'un appareil qui peut fonctionner discrètement derrière un épaulement, en ne découvrant au tir de l'ennemi qu'un tube et un objectif.

» Après douze années d'études incessantes, Chevallier est mort l'an dernier au moment où il espérait voir sa découverte adoptée par les savants spéciaux. Elle abrége beaucoup le temps consacré aux opérations sur le terrain d'où les intempéries et tant d'autres accidents bannissent le calme et le loisir. On y réalise aussi une économie notable dans le personnel et dans les délais nécessaires pour la confection des plans. En effet, c'est une machine à levers topographiques, qui introduit dans la planimètrie une révolution complète et heureuse. Cet appareil laisse à désirer pour les manipulations de la photographie qu'on voudrait parfaire à chaque station et dès l'achèvement du tour d'horizon. Mais il est légitime de compter sur ce progrès.

» En conséquence, votre Commission vous propose d'honorer de votre haute approbation l'invention si neuve et si ingénieuse de la planchette photographique. »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

MÉMOIRES LUS.

ZOOLOGIE. — *Nouvelles observations sur la faune ancienne des îles Mascareignes.* Mémoire de **M. Alph.-Milne Edwards**. (Extrait par l'auteur.)

« Parmi les ossements qui ont été recueillis à l'île Maurice, dans la *Mare aux Songes*, à côté des débris du Dronte et du Foulque gigantesque dont j'ai

déjà eu l'honneur d'entretenir l'Académie, j'avais remarqué une mandibule inférieure qui me paraissait provenir d'un oiseau entièrement inconnu de nos jours et du groupe des Échassiers, ainsi que quelques parties de la patte indiquant l'existence ancienne d'un type générique nouveau voisin des Ocydromes. J'inclinais à croire que tous ces os appartenaient à un même animal d'espèce éteinte, mais j'hésitais beaucoup à me prononcer sur ce sujet, lorsque des faits d'un autre ordre, constatés récemment à Vienne par M. de Frauenfeld, vinrent lever tous mes doutes et me permirent d'arriver à des résultats plus complets.

» Ce savant a trouvé dans la collection des peintures sur vélin faites, pour la plupart sous le règne de Rodolphe II, par Hœfnagel, artiste hollandais, collection qui appartient actuellement à la bibliothèque particulière de l'empereur d'Autriche, deux dessins coloriés dont il s'est empressé de publier des reproductions. L'une de ces peintures représente le Dronte; l'autre, un oiseau très-remarquable qui par son port ressemble un peu à l'Apteryx et qui paraît être l'espèce mentionnée par F. Cauche, sous le nom de *Poule rouge au bec de Bécasse*, comme vivant à l'île Maurice au commencement du XVII[e] siècle. Dans le Mémoire qui accompagne ces planches, M. de Frauenfeld a cherché à se rendre compte de la place que cet oiseau doit occuper dans nos classifications zoologiques, mais les caractères mis en évidence par la figure qu'il avait sous les yeux ne pouvaient lui permettre d'arriver à une solution complète de cette question; il a dû se borner à signaler les traits de ressemblance de la *Poule rouge au bec de Bécasse*, d'une part avec les Gallinacés, d'autre part avec les Râles, et en troisième lieu avec les Apteryx; enfin il lui donne le nom générique d'*Aphanapteryx*, désignation qui semble indiquer que c'est avec ces derniers qu'il lui trouvait le plus d'analogies.

» Il m'a été facile de me convaincre que les ossements dont je viens de parler comme ayant été trouvés à l'île Maurice, et dont MM. Newton avaient bien voulu me confier l'examen, appartiennent tous à l'*Aphanapteryx*, et les particularités anatomiques offertes par ces fossiles me permettent d'établir avec une rigoureuse précision les affinités naturelles de ce type perdu et de lui assigner sa véritable position zoologique.

» L'*Aphanapteryx*, ou *Poule rouge au bec de Bécasse*, n'est pas un Gallinacé; il n'appartient pas non plus au groupe naturel dont l'Apteryx est aujourd'hui l'unique représentant; ce n'est pas un *Râle* proprement dit, mais c'est à côté du genre *Ocydromus* de la Nouvelle-Hollande qu'il doit prendre place.

» La mandibule inférieure, par sa forme générale, ressemble à celle des Courlis, des Ibis, et de certains Passereaux, tels que les Promerops, les Xiphorhynques, les Falculies et les Picucules; mais les caractères ostéologiques fournis par la disposition de la surface articulaire, par la forme de la fissure que j'ai désignée sous le nom de *Postdentaire*, ne permettent pas de considérer cette pièce osseuse comme appartenant soit à un Passereau quelconque, soit à un Gallinacé, ou à l'un des genres d'Échassiers que je viens de mentionner; ses caractères l'éloignent non moins des Apteryx, et pour trouver une similitude plus complète, il faut comparer ce bec à celui des Ocydromes.

» Afin de ne pas trop prolonger cette lecture, je me vois forcé de supprimer ici tous les détails descriptifs, qui trouvent leur place dans le Mémoire que je dépose sur le bureau de l'Académie. Je me bornerai à ajouter que, si, d'après la structure de cette partie de la tête, nous cherchons à nous rendre compte des habitudes et du régime de l'oiseau auquel elle appartient, nous verrons que l'absence, ou du moins le peu de développement des trous et des canalicules destinés au passage des nerfs et des vaisseaux ne permet pas de lui attribuer les mœurs des Ibis, des Courlis, des Barges ou des Bécasses. Ce bec pointu, et d'un tissu très-serré, ressemble un peu à celui des Poules-Sultanes et des Ocydromes, et rappelle davantage encore la conformation des mandibules des Huîtriers; il semble parfaitement disposé pour briser les coquillages et les enveloppes résistantes des animaux dont probablement se nourrissait l'Aphanapteryx.

» Il suffit de jeter un coup d'œil sur l'os du pied pour se convaincre qu'il provient d'un oiseau admirablement conformé pour la marche; il est parfaitement équilibré: sans être trop massif, il est très-robuste. Ses caractères indiquent de la manière la plus nette qu'il ne peut provenir ni d'un oiseau de proie, ni d'un Passereau, ni d'un Palmipède. Il a appartenu à un oiseau marcheur, et, par sa forme générale ainsi que par plusieurs de ses caractères, il se rapproche de celui des Gallinacés; cependant il est impossible de le rattacher à ce groupe. En effet, j'ai constaté que, chez tous les Gallinacés sans exception, le muscle fléchisseur propre du pouce s'insère sur une surface profondément creusée sur la face postérieure du talon, et est limitée par des crêtes très-saillantes. Chez presque tous les oiseaux de ce groupe, même chez ceux qui sont dépourvus d'éperons, il existe aussi une crête ou une bride osseuse qui réunit le bord postéro-interne de l'os au talon. Ces caractères manquent sur le fossile trouvé dans la Mare aux Songes. Si l'on compare ce métatarse à celui des Échassiers, on voit que

ses proportions relatives, aussi bien que ses particularités anatomiques, l'éloignent de celui des Ciconides, des Gruides, des Ardéides, des Totanides et des Outardes; mais on lui trouve de grandes analogies avec l'os du pied de certains représentants de la famille des Rallides, bien qu'il diffère beaucoup de la forme typique propre à ce groupe; mais on remarque qu'à mesure que ces oiseaux sont mieux conformés pour la marche, leur métatarse revêt de plus en plus les caractères distinctifs de celui de l'Aphanapteryx : aussi, en passant successivement des Foulques aux Râles, aux Tribonyx et aux Ocydromes, on arrive insensiblement à la forme que nous présente notre fossile, et qui, au premier abord, pourrait sembler toute spéciale.

» On a recueilli, dans le même gisement que cette mandibule inférieure et que ce tarsométatarsien, plusieurs tibias qui semblent devoir se rapporter au même oiseau, car l'étude des particularités qu'ils présentent conduit au même résultat que l'examen que je viens de faire des caractères ostéologiques de l'os de la patte.

» Tous ces faits anatomiques prouvent, ce me semble, que l'Aphanapteryx constitue, à côté des Ocydromes, une division générique particulière. Il doit être regardé comme une de ces formes de transition qui sont si remarquables dans le règne animal; c'est un Rallide dont l'organisation s'est adaptée à une existence essentiellement terrestre.

» On voit, par la figure dont nous devons la connaissance à M. de Frauenfeld, que les plumes de cet oiseau sont trop légères et trop peu résistantes pour avoir pu servir au vol; et d'ailleurs les ailes sont rudimentaires; les pattes, au contraire, offrent une force considérable, mais elles sont peu élevées, et les doigts sont moins allongés que d'ordinaire dans cette famille. Ceci porterait à penser que cette espèce avait des habitudes moins aquatiques que la plupart des Rallides; cependant le doigt est très-long, comme chez les oiseaux qui fréquentent les endroits vaseux où le sol a peu de consistance, tandis que, chez les véritables coureurs, il disparaît plus ou moins complétement, afin de diminuer le poids de l'extrémité du bras du levier constitué par la patte.

» La destruction récente de l'Aphanapteryx ne peut être attribuée qu'à l'homme ou aux espèces animales qu'il a amenées à sa suite, et il est intéressant de remarquer que cette espèce, habitant les îles Mascareignes jusqu'à une époque si rapprochée de nous, est un nouvel exemple propre à démontrer : d'une part, l'existence de liens étroits entre la faune de ces terres isolées et la population zoologique de la région australasienne, et, d'autre part, la séparation complète entre cette faune et celle du grand continent africain. »

113..

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ANATOMIE COMPARÉE. — *Les glandes venimeuses du* Callophis intestinalis *et du* Callophis bivirgatus; *par* **M. A. Bernhard-Meyer.**

(Renvoi à la Section de Zoologie.)

« J'ai l'honneur de faire connaître à l'Académie la découverte que j'ai faite d'une glande venimeuse dans le genre *Callophis* Gray (*Elaps* Schneider). Cette glande est située dans la cavité viscérale de l'animal. On en trouvera une description plus détaillée, avec deux planches, et une étude des appareils venimeux des serpents en général, dans le numéro de mars du *Monatsberichte* de l'Académie des Sciences de Berlin.

» J'ai trouvé, pour la première fois, ces glandes dans le *Callophis intestinalis* Laur. (*Elaps furcatus* Schneid.; Schlegel, *Essai*, *Pl.* 16, *fig.* 12, 13, et Abbild., *Pl.* 46, *fig.* 1-8; Dum. et Bibr., p. 1228), à l'occasion d'une recherche que j'ai faite sur la position du cœur des serpents. En disséquant cette espèce, je fus frappé de voir que le cœur était relégué vers la partie postérieure, vers la queue, et je trouvai en même temps la cause de cette particularité dans la présence de deux organes étendus, d'une teinte brune, placés au-dessus du cœur, et dans lesquels un examen attentif fit voir les glandes venimeuses. On en trouve deux, comme chez tous les serpents venimeux, mais *elles se distinguent par leur longueur et par leur situation, juste au-dessous des côtes, dans la cavité ventrale*. Elles occupent, avec leurs conduits excréteurs, jusqu'au *tiers*, et même plus encore, de la longueur totale du serpent, relativement à sa grandeur et son âge. La glande proprement dite est entièrement *enveloppée d'un muscle strié*, de sorte qu'elle ne présente sa surface tendineuse, blanche et lisse, que lorsqu'elle est débarrassée de son enveloppe. Elle est formée de tubes parallèles et étendus, parmi lesquels se trouve, divisé en petites sections, le parenchyme de la glande. Au milieu, dans la plus grande largeur, le nombre des tubes monte à quinze et plus; ils se réunissent sur un grand conduit excréteur, unique pour chaque glande. Ces deux canaux excréteurs parcourent le corps jusqu'à la tête, l'un auprès de l'autre *dans la cavité viscérale;* ils s'appuient alors sur le côté extérieur de l'os carré, contre le côté extérieur de la mâchoire supérieure, comme les glandes venimeuses le font d'ordinaire; là, une grande glande salivaire aboutit à chaque conduit excréteur, et, après un gonflement globuleux, se rend à la dent venimeuse; c'est ce

qu'il est facile de suivre avec le scalpel, et l'injection montre aussi, d'une manière frappante, la communication de la glande avec la dent.

» J'ai constaté de même que ces glandes se trouvent dans le *Callophis bivirgatus* Boie (*Elaps bivirgatus* Schlegel, *Essai*, *Pl.* 16, *fig.* 10, 11, et Abbild., *Pl.* 47). Elles n'existent pas dans le *Callophis calligaster* (*Elaps calligaster* Diegm., *Hemibungarus* Pet.), ce serpent qui, pour d'autres raisons, ne doit pas être placé dans le genre *Callophis;* elles n'existent pas non plus dans les espèces des *Elaps* de la Nouvelle-Hollande (*Vermicella* Gray), ni dans celles de l'Afrique (*Poecilophis* Gthr), ni dans celles de l'Amérique. Je ne les ai trouvées que dans ces deux espèces des Indes orientales (*Callophis intestinalis et Callophis bivirgatus*), mais je suppose qu'elles existent de même dans les autres espèces de *Callophis* de cette même contrée, à l'exception du *Callophis calligaster.* »

M. F. Saint-Cyr adresse un deuxième supplément au « Mémoire sur la teigne chez les animaux » qu'il a présenté au concours pour le prix de Médecine et de Chirurgie.

Ce travail est présenté par M. Bouley.

(Renvoi à la Commission.)

M. C. Ivich adresse d'Amphissa (Grèce) une Note concernant une disposition particulière de la pile voltaïque, destinée aux services télégraphiques.

(Commissaires : MM. Edm. Becquerel, Jamin.)

M. Fua adresse une nouvelle Note concernant les moyens à prendre pour empêcher l'explosion du grisou.

(Commissaires : MM. Chevreul, Combes, Morin, Payen.)

M. Chuard adresse une Lettre destinée à faire ressortir la supériorité de la lampe dont il est l'auteur, pour empêcher l'explosion du grisou.

(Renvoi à la même Commission.)

CORRESPONDANCE.

L'**Amirauté anglaise** fait hommage à l'Académie d'un exemplaire de diverses cartes et ouvrages, publiés par le Département hydrographique de l'Amirauté en 1868. Ces pièces sont mentionnées plus loin, au *Bulletin bibliographique*.

M. B. Owen appelle l'attention de l'Académie sur un exemplaire, qu'il lui adresse, du discours prononcé par *M. J. Fowler*, le 9 janvier 1866, à son avénement à la présidence de l'Institut des ingénieurs civils d'Angleterre. Ce discours est accompagné d'un résumé des travaux scientifiques de l'auteur. M. Owen exprime le désir que M. Fowler puisse être considéré par l'Académie comme un candidat à l'une des places de Correspondant qui pourront devenir vacantes dans les Sections des Sciences mathématiques.

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Indication d'un ouvrage publié en 1764, dans lequel ont dû être copiés, en totalité ou en partie, une vingtaine des Documents manuscrits que l'on a présentés à l'Académie comme provenant de Galilée et de Pascal.* Lettre de **M. Breton** (de Champ) à M. le Secrétaire perpétuel.

« Je prends la liberté de vous adresser ci-joint une Note dans laquelle » je dévoile, *par des faits matériels* et non plus par des raisonnements, le » caractère apocryphe d'une vingtaine de Documents qui ont été pré» sentés à l'Académie comme provenant de Galilée et de Pascal.

» Permettez-moi d'espérer que vous ne prendrez pas en mauvaise part » cette insistance; veuillez croire que je suis animé uniquement du désir de » mettre un terme à cette mystification (1) qui dure depuis trop long» temps. »

Note de M. Breton (de Champ).

» Cet ouvrage est l'*Histoire des Philosophes modernes*, par Savérien, qui a paru, dans les années 1761 et suivantes, en sept volumes in-12. Dans le quatrième, qui porte la date de 1764, se trouve l'article consacré à Newton.

---

(1) Cette expression et le ton général de la Note de M. Breton (de Champ) ne m'ont pas trouvé inattentif; mais, pensant qu'on pourrait me considérer comme étant compris dans leur application, je me suis abstenu d'en rien adoucir. É. D. B.

A la suite de la partie historique de cet article vient une exposition du système du monde fondé sur la théorie de l'attraction universelle.

» Or cette exposition renferme non-seulement la substance, mais aussi le texte complet de la plupart des Notes et Observations relatives à ce système, qui ont été présentés à l'Académie comme étant de Pascal (1).

» On reconnaît, en outre, que ce même travail et la partie historique qui le précède ont été mis à contribution pour fabriquer la Lettre de Pascal à Fermat du 16 avril 1648, celle de Galilée à Pascal du 7 juin 1641 (que nous savons être très-certainement apocryphes l'une et l'autre, d'après les témoignages authentiques de Pascal cités dans ma communication du 22 mars dernier), et une autre Lettre, aussi de Galilée à Pascal, du 2 janvier 1641. On pensera sans doute que celle-ci est également apocryphe, et qu'il n'en saurait être autrement des dix-sept Notes ou Observations de Pascal dont le texte se trouve en entier dans l'ouvrage de Savérien.

» Je demande la permission de reproduire ici les passages de cet auteur qui ont servi à fabriquer la prétendue Lettre de Galilée à Pascal du 7 juin 1641. Leur comparaison avec le texte de ce Document (2) mettra le lecteur à même de se former une opinion en suffisante connaissance de cause :

---

(1) Voici un tableau à l'aide duquel on pourra facilement se reporter, des Notes et Observations publiées par M. Chasles, aux articles du travail de Savérien, où l'on en retrouve le texte :

Comptes rendus, t. LXV.		Volume cité.	
Page 92,	Les observations astronomiques......	Art. I,	page 36
Page 92,	On connaît la puissance............	III,	40
Page 93,	J'ay dit que comme les planètes.......	III,	40
Page 130,	Si la vitesse d'une planète...........	II,	38
Page 130,	J'ay dit que la force de projection....	VI,	43
Page 132,	Ce n'est pas seulement.............	VI,	43
Page 132,	La force de projection..............	VI,	43
Page 132,	La puissance qui agit...............	II,	37
Page 132,	On trouve par ces règles............	III,	41
Page 133,	Comme le globe de la Terre..........	X,	48
Page 133,	La Terre est plus dense que Jupiter....	III,	41
Page 133,	On peut conjecturer................	II,	38
Page 133,	La gravité prévalant...............	VI,	44
Page 134,	C'est par la théorie de la gravité.......	VII,	44
Page 134,	L'orbite de la Lune................	VII,	45
Page 134,	Un corps sous l'équateur...........	X,	48
Page 134,	Il faut pour déterminer.............	IX,	48

(2) *Comptes rendus*, t. LXV, p. 588.

De ce raisonnement notre Philosophe conclud que la Lune pése sur la Terre comme les corps célestes, et que la même cause de la pesanteur agit sur toutes les Planètes; que les Satellites pésent sur Jupiter comme la Lune sur la Terre, et les Satellites de Saturne sur Saturne, et toutes les Planètes ensemble sur le Soleil (1).

On connaît la puissance de la gravité sur la Terre par la descente des corps pesans, et en évaluant la tendance de la Lune sur la Terre, ou son écart de la tangente à son orbite dans un temps donné quelconque. Cela posé, comme les Planètes font leur révolution autour du Soleil, et que deux d'entr'elles (Jupiter et Saturne) ont des Satellites, en évaluant par leurs mouvemens combien une Planète a de tendance vers le Soleil, ou s'écarte de la tangente dans un temps donné, et combien quelques Satellites s'écartent de la tangente de leur orbite dans le même temps, on peut déterminer la proportion de la gravité d'une Planète vers le Soleil, et d'un Satellite vers sa Planète, à la gravité de la Lune vers la Terre, à leurs distances respectives. Il ne faut pour cela que conformément à la loi générale de la variation de la gravité, calculer les forces qui agissent sur ces corps à distances égales du Soleil, de Jupiter, de Saturne et de la Terre, et ces forces donnent la proportion de matiere contenue dans ces différens corps. C'est par ces principes qu'on trouve que les quantités de matiere du Soleil, de Jupiter, de Saturne et de la Terre, sont entre elles comme les nombres 1, $\frac{1}{1067}$, $\frac{1}{3021}$, $\frac{1}{169282}$.

La proportion des quantités de matieres contenues dans ces corps étant ainsi déterminée, et leur volume étant connu par les Observations astronomiques, on calcule aisément combien de matiere chacun d'eux contient dans le même volume : ce qui donne la proportion de leurs densités, qu'on exprime par ces nombres : 100, $94\frac{1}{2}$, 67 et 400. Ainsi la Terre est plus dense que Jupiter, et Jupiter plus dense que Saturne; de façon que les Planètes les plus proches du Soleil sont les plus denses (2).

» On remarquera que, parmi les Documents présentés à l'Académie, sur lesquels j'appelle ici l'attention, se trouvent tous ceux dont le contenu tend explicitement à faire considérer Pascal comme l'auteur de la grande découverte astronomique attribuée à Newton.

» Je n'ai pu porter qu'un coup d'œil très-rapide sur cet ouvrage de Savérien. Je suis persuadé qu'on trouvera, soit dans les travaux de cet écrivain, soit quelque autre part, la preuve que le faussaire, dont les productions ont si bien mis en défaut la perspicacité de M. Chasles, s'est procuré fréquemment par le même procédé expéditif, la prose nécessaire pour l'exercice de son industrie. »

---

(1) *Histoire des Philosophes modernes*, t. IV, p. 14. Ce passage est reproduit dans la prétendue Lettre de Pascal à Fermat du 16 avril 1648 (*Comptes rendus*, t. LXV, p. 590). Les lignes qui suivent, dans l'ouvrage de Savérien, se retrouvent dans une autre prétendue Lettre de Galilée à Pascal, du 2 janvier 1641 (*Comptes rendus*, t. LXV, p. 588).

(2) *Histoire des Philosophes modernes*, t. IV, p. 40.

ASTRONOMIE. — *Retour de la comète de* 1819-1858. Lettre de **M. Winnecke**, communiquée par M. Le Verrier.

« Carlsruhe, le 10 avril 1869.

» Voici la position d'une comète que j'ai découverte hier à minuit :

T. moy. de Carlsruhe, 1869, avril 9	$12^h 24^m$
Ascension droite....................	$10.32.11^s$
Déclinaison........................	$+33°57'$

» La comète sera probablement la même que celle qui fut observée en 1819 et 1858, et le passage par le périhélie aura lieu d'après ces données vers le 25 ou 26 juin. Je vous enverrai une détermination plus exacte lorsque j'aurai achevé les calculs nécessaires. La comète est très-faible. Elle a 6 ou 8' de diamètre, et est plus luisante au milieu. »

ASTRONOMIE. — *Découverte de la* 108e *petite planète; par* **M. Luther**. Lettre communiquée par M. Le Verrier.

« Bilk-Düsseldorf, le 4 avril 1869.

» J'ai l'honneur de vous annoncer la découverte d'une planète de 11e grandeur, faite par moi le 2 avril, vers 9 heures du soir, et dont voici une observation :

T. moy. de Bilk, 1869, avril 2......	$10^h 14^m 53^s,2$	
Ascension droite................	12. 6. 5,43	10 Comp.
Déclinaison.....................	$-2°23'46'',2$	

Mouvement horaire en ascension droite : -2^s; en déclinaison : $+0',1$ environ. »

ANALYSE. — *Sur la trisection des fonctions abéliennes et sur les vingt-sept droites des surfaces du troisième ordre; par* **M. C. Jordan**.

« Tous les géomètres connaissent le fait de l'abaissement des équations modulaires pour les transformations des degrés 5, 7 et 11, et les importantes conséquences qu'en a déduites M. Hermite. MM. Clebsch et Gordan ont signalé un abaissement analogue pour les équations des périodes dont dépend la bissection des fonctions abéliennes. Nous venons d'obtenir un résultat du même genre pour l'équation qui donne la trisection dans les fonctions à quatre périodes.

» Cette équation X est du quatre-vingtième degré; et ses racines étant représentées par le symbole (x, y, x_1, y_1), où x, y, x_1, y_1 sont quatre in-

dices variables de o à 2 (mod. 3) et ne s'annulant pas à la fois, on sait que son groupe G est formé des substitutions linéaires

$$\left| \begin{matrix} x, & y & ax + cy + a_1 x_1 + c_1 y_1, & bx + dy + b_1 x_1 + d_1 y_1 \\ x_1, & y_1 & a'x + c'y + a'_1 x_1 + c'_1 y_1, & b'x + d'y + b'_1 x_1 + d'_1 y_1 \end{matrix} \right|$$

où les coefficients satisfont aux relations

$$\left.\begin{aligned} ad - cb + a_1 d_1 - c_1 b_1 &\equiv a'd' - c'b' + a'_1 d'_1 - c'_1 b'_1 \\ ad' - cb' + a_1 d'_1 - c_1 b'_1 &\equiv a'd - c'b + a'_1 d_1 - c'_1 b_1 \equiv 0 \\ ac' - ca' + a_1 c'_1 - c_1 a'_1 &\equiv bd' - b'd + b'_1 d'_1 - b'_1 d_1 \equiv 0 \end{aligned}\right\} \pmod{3}.$$

L'ordre Ω de ce groupe est égal à $2(3^4-1)3^3(3^2-1)3$. Celles de ses substitutions qui se réduisent à la forme

$$| \; x, y, x_1, y_1 \quad ax + cy, \; bx + dy, \; a'_1 x_1 + c'_1 y_1, \; b'_1 x_1 + d'_1 y_1 \; |,$$

jointes à la suivante

$$I = | \; x, y, x_1, y_1 \quad x_1, y_1, x, y \; |,$$

forment un groupe H, dont l'ordre ω est égal à $(3^2-1)^2(3^2-3)^2$. Une fonction φ_1 des racines de E, invariable par les substitutions de H, dépendra donc d'une équation Y, de degré $\frac{\Omega}{\omega} = 45$.

» Soit $\mathfrak{F}$ le groupe d'ordre 3^4 formé des substitutions

$$A^\alpha B^\beta C^\gamma D^\delta = | \; x, y, x_1, y_1 \quad x + \alpha, \; y + \beta, \; x_1 + \gamma, \; y_1 + \delta \; |,$$

» On voit aisément qu'à chaque racine de l'équation Y correspond une manière de décomposer ce groupe en deux groupes partiels P_1 et P_2, d'ordre 3^2, dont la combinaison reproduise $\mathfrak{F}$, et tels, que deux substitutions quelconques $A^\alpha B^\beta C^\gamma D^\delta$ et $A^{\alpha'} B^{\beta'} C^{\gamma'} D^{\delta'}$ prises respectivement dans ces deux groupes partiels satisfassent à la relation

$$\alpha\beta' - \alpha'\beta + \gamma\delta' - \gamma'\delta \equiv 0 \pmod{3}.$$

» Voici le tableau de ces quarante-cinq décompositions (A, B désignant le groupe dérivé des deux substitutions A et B; et de même pour les autres groupes) :

$A, B;$	C, D	$A, BD^2;$	CA, D	$A, BD;$	CA^2, D
$AD, B;$	CB, D	$AD, BD^2;$	CAB, D	$AD, BD;$	CA^2B, D
$AD^2, B;$	CB^2, D	$AD^2, BD^2;$	CAB^2, D	$AD^2, BD;$	CA^2B^2, D
$A, BC;$	C, DA	$A, BC^2;$	C, DA^2	$AC^2, B;$	C, DB
$AC^2, BC;$	C, DAB	$AC^2, BC^2;$	C, DA^2B	$AC, B;$	C, DB^2
$AC, BC;$	C, DAB^2	$AC, BC^2;$	C, DA^2B^2	$A, BCD;$	CD, DA
$A, BC^2D^2;$	$CD, DA^2,$	$AC^2D^2, B;$	CD, DB	$AC^2D^2, BCD;$	CD, DAB
$AC^2D^2, BC^2D^2;$	CD, DA^2B	$ACD, B;$	CD, DB^2	$ACD, BCD;$	CD, DAB^2
$ACD, BC^2D^2;$	CD, DA^2B^2	$A, BCD^2;$	CD^2, DA	$A, BC^2D;$	CD^2, DA^2
$AC^2D, B;$	CD^2, DB	$AC^2D, BCD^2;$	CD^2, DAB	$AC^2D, BC^2D;$	CD^2, DA^2B
$ACD^2, B;$	CD^2, DB^2	$ACD^2, BCD^2;$	CD^2, DAB^2	$ACD^2, BC^2D;$	CD^2, DA^2B^2
$AD, BC^2;$	AD^2, BC	$AD, BC^2D,$	AD^2, BCD^2	$AD, BC^2D^2;$	AD^2, BCD
$AC, BD;$	AC^2, BD^2	$AC, BCD;$	AC^2, BC^2D^2	$AC, BC^2D;$	AC^2, BCD^2
$ACD, BD;$	AC^2D^2, BD^2	$ACD, BCD^2;$	AC^2D^2, BC^2D	$ACD, BC^2;$	AC^2D^2, BC
$ACD^2, BD;$	AC^2D, BD^2	$ACD^2, BC;$	AC^2D, BC^2	$ACD^2, BC^2D^2;$	AC^2D, BCD

» Chaque racine de l'équation Y est une fonction des racines de X, invariable par celles des substitutions de G qui sont permutables à chacun des deux groupes partiels de la décomposition correspondante et par celles qui transforment ces deux groupes l'un dans l'autre.

» Cela posé, les substitutions de G dérivent toutes des cinq suivantes (Kronecker, *Monatsberichte der Berliner Akademie*, 15 octobre 1866) :

$$(1)\quad \begin{cases} |x, y, x_1, y_1 \quad x+y, y, x_1, y_1|, \qquad |x, y, x_1, y_1 \quad x, y, x_1+y_1, y_1|, \\ |x, y, x_1, y_1 \quad -y, x, x_1, y_1|, \qquad |x, y, x_1, y_1 \quad x, y, -y_1, x_1|, \\ \qquad |x, y, x_1, y_1 \quad x+y_1, y, x_1+y, y_1|, \end{cases}$$

et il est aisé de voir de quelle manière ces substitutions transforment les uns dans les autres les quarante-cinq couples de groupes partiels du tableau précédent, et par suite les racines correspondantes

1	2	3
...	...	...
43	44	45

de l'équation Y.

» Soient maintenant (1, 37, 34, 41, 45) une fonction des racines de Y, invariable par les substitutions qui permutent exclusivement entre elles les cinq racines 1, 37, 34, 41, 45, mais variable par toute autre substitution;

$(\alpha, \beta, \gamma, \delta, \varepsilon)$ la fonction analogue formée avec les racines α, β, γ, δ, ε : on vérifiera sans aucune difficulté que chacune des substitutions (1) permute les unes dans les autres les vingt-sept fonctions

$$\begin{array}{lll}
(1, 37, 34, 41, 45), & (1, 39, 36, 40, 44), & (1, 38, 42, 43, 35), \\
(10, 37, 7, 21, 32), & (11, 37, 4, 25, 30), & (15, 34, 3, 24, 33), \\
(2, 34, 12, 29, 22), & (16, 20, 27, 45, 15), & (26, 9, 14, 45, 23), \\
(19, 41, 13, 16, 31), & (17, 41, 18, 28, 8), & (15, 44, 6, 21, 27), \\
(26, 8, 44, 25, 12), & (17, 36, 3, 23, 32), & (2, 36, 13, 30, 20), \\
(7, 40, 16, 29, 18), & (19, 40, 4, 33, 14), & (10, 39, 9, 22, 31), \\
(11, 39, 5, 24, 28), & (2, 35, 28, 21, 14), & (16, 31, 35, 25, 3), \\
(19, 42, 12, 5, 32), & (15, 42, 18, 30, 9); & (7, 43, 26, 14, 13), \\
(17, 43, 4, 22, 27(, & (10, 38, 20, 33, 8), & (11, 38, 23, 29, 6).
\end{array}$$

» Ces vingt-sept fonctions dépendent donc d'une équation Z du vingt-septième degré. Celle-ci résolue, on voit sans peine que le groupe de l'équation X sera réduit aux puissances de la substitution qui multiplie tous les indices par -1 : on n'aura donc plus qu'une racine carrée à extraire pour achever sa résolution.

» La réduite Z présente cette particularité remarquable d'avoir le même groupe que l'équation qui détermine les vingt-sept droites situées sur une surface du troisième ordre. Pour le vérifier, on remarquera que chacune des racines $1, 2, \ldots, 45$ de Y entre dans l'expression de trois des racines de Z. Formons le produit de ces trois racines, puis additionnons les quarante-cinq produits ainsi obtenus : l'expression ainsi formée

$$\psi = (1, 37, 34, 41, 45)(1, 39, 36, 40, 44)(1, 38, 42, 43, 35) + \ldots$$

sera rationnelle, et par suite invariable par toute substitution du groupe de Z. Car chaque substitution S de G, transformant les unes dans les autres les racines de Y, transformera les trois racines de Z qui contiennent une même racine de Y, telle que α, en trois autres racines contenant la racine β, transformée de α. Elle n'altérera donc pas l'expression ψ, qui par suite sera exprimable rationnellement.

» Soient maintenant $a, b, c, \ldots$ les vingt-sept droites situées sur une surface du troisième ordre; abc, $ade, \ldots$ les quarante-cinq triangles qu'elles forment. Le groupe de l'équation U aux vingt-sept droites est formé des substitutions qui n'altèrent pas l'expression

$$\psi' = abc + ade + \ldots$$

(*voir* notre communication du 15 mars dernier). Mais il est aisé de voir que les deux fonctions ψ et ψ' ne diffèrent que par la notation, et se ramènent à l'identité en posant

$$a = (1, 37, 34, 41, 45), \quad b = (1, 39, 36, 40, 44), \ldots$$

» Pour achever de démontrer l'identité des groupes des deux équations Z et U, il suffit d'établir que le groupe de Z contient toutes les substitutions qui laissent invariable l'expression $\psi = \psi'$. Or les substitutions qui jouissent de cette dernière propriété sont au nombre de 27.10.8.6.4 au plus. Car le nombre des places où elles permettent d'amener a est au plus de vingt-sept; celles de ces substitutions qui ne déplacent pas a ne peuvent amener b qu'à l'une des dix places précédemment occupées par les lettres b, c, d, e,..., qui figurent dans ceux des termes de ψ' qui contiennent a en facteur; etc. D'autre part, le groupe de Z contient effectivement $\frac{\Omega}{2} = 27.10.8.6.4$ substitutions, puisque l'adjonction des racines de Z réduit à 2 l'ordre du groupe de X, lequel était primitivement Ω.

» Nous avons enfin reconnu qu'il est impossible de ramener la résolution de l'équation Z (et par suite celle de l'équation X) à celle d'équations de degré inférieur à 27. Mais cette proposition exigeant quelques développements, nous en réservons la démonstration pour le *Traité des équations algébriques* que nous nous occupons de publier. »

ZOOLOGIE. — *Note sur une nouvelle Annélide chétopode hermaphrodite;* *par* **M. G. Moquin-Tandon**, présentée par M. Coste.

« Le groupe des Annélides chétopodes a été pendant longtemps considéré comme entièrement composé d'animaux unisexués. En 1857, M. Huxley fit connaître la première exception à cette loi générale, dans une nouvelle Annélide des côtes d'Angleterre, la *Protula Dysteri*. Quelques années plus tard, M. Pagenstecher, dans un séjour qu'il fit sur les bord de la Méditerranée, à Cette, découvrit le même fait sur une autre espèce de la même famille, le *Spirorbis spicillum*. Enfin, un troisième fait du même genre fut observé par M. Claparède dans une espèce d'Amphiglène, *Amphiglena mediterranea*. Ce savant put en outre confirmer l'exactitude des observations de M. Huxley et montrer par ses recherches sur un grand nombrè de Serpuliens, que ces cas de monoïcité étaient exceptionnels dans la famille.

» J'ai découvert un autre exemple d'hermaphrodisme, mais cette fois dans une Annélide errante, appartenant au genre Néréide. Je crois cette

espèce nouvelle et je propose de la nommer *Nevis massiliensis.* Voici ses principaux caractères : antennes moyennes courtes, subulées ; antennes latérales grosses, plus courtes, composées de deux articles : le basilaire gros, le terminal très-petit ; les deux tentacules supérieurs longs, atteignant jusqu'au huitième anneau, les deux inférieurs plus courts, mais dépassant les antennes; mâchoires fortes, courbées, offrant douze dents; pas de denticules; pieds semblables à ceux de la *Nereis bilineata.* Le corps d'une longueur de 4 à 5 centimètres, a de 60 à 70 anneaux d'un brun verdâtre, marqués de nombreuses taches vineuses, irrégulièrement disposées.

» Cette espèce se trouve assez fréquemment sur les côtes de Marseille, au milieu des ulves. Elle habite un tube membraneux, établi dans un pli de leurs frondes; elle est herbivore. Sur onze individus que j'ai disséqués, neuf contenaient pêle-mêle, dans la cavité du corps, des spermatozoïdes et des œufs à différents degrés de développement. Les œufs murs observés dans la cavité générale sont jaunâtres, ils ont $0^{mm},37$ de diamètre. Les spermatozoïdes libres, nageant dans le liquide viscéral, sont composés d'une partie antérieure (tête), en forme de bâtonnet, longue de $0^{mm},01$, large de $0^{mm},0017$ et d'une queue excessivement ténue, longue de $0^{mm},45$. Leur queue est bien distincte, par sa longueur et par la nature de ses mouvements, des cils vibratiles de la cavité du corps.

» Les deux individus sur lesquels je n'ai pas constaté d'hermaphrodisme étaient deux femelles, dont le corps était rempli d'une grande quantité d'œufs, tous arrivés à maturité.

» Ces observations ont été faites dans le laboratoire de M. Ch. Lespès, à la Faculté des Sciences de Marseille. »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Anatomie comparée de la fleur femelle et du fruit des Cycadées, des Conifères et des Gnétacées.* (Deuxième Partie.) Note de **M. Ph. Van Tieghem**, présentée par M. Brongniart.

« Dans toutes les Conifères que nous avons étudiées dans la première Partie de ce travail, le rameau axillaire de la bractée du bourgeon femelle, ou rameau de seconde génération, ne développe que sa première feuille ovulifère sans se prolonger au delà ; la fleur femelle y est toujours de seconde génération. Dans les plantes de cette famille dont il nous reste à parler, au contraire, les deux faisceaux supérieurs de chaque bractée fertile du bourgeon se disposent en cercle et se divisent pour constituer le système fibrovasculaire d'un rameau complet de seconde génération, qui porte plusieurs

bractées ordinaires avant de se terminer; ces bractées de second ordre produisent des rameaux de troisième génération; tantôt, ceux-ci ne forment que leur première feuille ovulifère et s'arrêtent; les choses se passent alors comme dans le premier groupe, mais un degré plus haut, et les fleurs femelles sont de troisième génération; tantôt ils développent, eux aussi, plusieurs bractées ordinaires à l'aiselle desquelles naissent des rameaux de quatrième génération qui ne forment que leur première feuille ovulifère sans se prolonger au delà, et l'on rencontre encore les choses dans le même état, mais à condition de s'élever de deux degrés; les fleurs femelles sont alors de quatrième génération. Chacun de ces deux nouveaux groupes pourrait, on le conçoit aisément, présenter les quatre cas que nous a offerts le premier, et même les deux modifications sous lesquelles nous avons vu que chacun de ces cas peut se manifester; en réalité, ils sont beaucoup moins complets et ne contiennent l'un et l'autre que la quatrième forme, la plus simple de toutes, celle où la feuille ovulifère, réduite a sa partie ovulaire, ne consiste qu'en un ou deux ovules, telle, en un mot, que nous la montrent les *Dacrydium* et les *Podocarpus*.

» Dans les *Cephalotaxus*, en effet, le bourgeon femelle développe, à l'aiselle de trois ou quatre des bractées qui en occupent la partie moyenne, un rameau de seconde génération couvert de bractées décussées et toutes fertiles; chacune de ces dernières entraîne, outre sa trace, deux faisceaux supérieurs qui, se rapprochant en arrière et tournant leurs trachées en dehors, c'est-à-dire vers la bractée mère de second ordre, pénètrent chacun directement dans un ovule dressé. Ces deux ovules représentent donc, à eux deux, l'écaille ovulifère des Pins, c'est-à-dire la première et unique feuille du rameau de troisième génération réduite à ses deux lobes ovulaires. Rendons sessile la feuille ovulaire du Gingko, ou encore, supprimons dans la fleur des *Thuja* toute la partie de la feuille ovulaire supérieure aux ovules et qui ne se développe qu'après ceux-ci, et nous retrouverons, en nous élevant d'une génération, la fleur des *Cephalotaxus*.

» Le *Taxus* se comporte, à quelques différences près, de la même manière. Une seule des bractées du bourgeon femelle y est fertile et entraîne trois faisceaux; elle est voisine du sommet, mais la spire $\frac{2}{5}$ se continue au-dessus d'elle, et l'axe se termine par quelques petites écailles stériles que le développement vertical du rameau de seconde génération rejette latéralement. Ce rameau porte quatre bractées disposées comme il convient à une spire $\frac{2}{5}$ commençante, puis il se termine. La quatrième écaille, celle qui est à peu près diamétralement opposée à la bractée mère est seule fertile; elle

entraîne trois faisceaux, un pour elle et deux pour le rameau de troisième génération; mais ceux-ci après s'être rapprochés du côté de l'axe et orientés en dehors, c'est-à-dire vers la bractée mère de second ordre, pénètrent tout entiers dans un seul ovule dressé qui paraît terminal du rameau de second degré par la même raison que celui-ci paraît continuer l'axe de première génération dont il est issu, et qui représente ici, comme dans les *Dacrydium*, la première et unique feuille du bourgeon axillaire presque tout entière. On peut dire que, sous ce rapport, l'If est un *Dacrydium* à la seconde génération.

» Ces deux genres constituent à eux seuls le groupe des Conifères dont la fleur femelle est formée par la première et unique feuille du rameau de troisième génération. De leur côté, les *Torreya* sont les seuls représentants du troisième groupe. Les six premières paires de bractées décussées du bourgeon femelle de ces plantes sont stériles, les autres, et il y en a six paires environ, sont fertiles, puis l'axe se termine par quelques écailles stériles. Au-dessus de chaque bractée fertile, les deux faisceaux supérieurs se disposent en cercle et forment un rameau de deuxième génération qui ne porte que deux écailles latérales avant de se terminer; ces deux écailles sont fertiles, elles reçoivent chacune trois faisceaux, et les deux supérieurs se disposent en cercle pour former le système vasculaire du rameau de troisième génération; celui-ci porte quatre écailles et ne se prolonge pas au delà. La quatrième écaille seule, à peu près diamétralement opposée à la bractée mère de second ordre, reçoit trois faisceaux, et les deux supérieurs, après s'être rapprochés du côté de l'axe et s'être orientés en dehors, c'est-à-dire vers la bractée mère de troisième ordre, pénètrent tout entiers dans un ovule dressé qui représente ainsi à lui seul, comme dans l'If, la feuille ovulifère tout entière, laquelle est la première et unique bractée du rameau de quatrième génération. En mettant à part le nombre des fleurs de quatrième génération dont il se développe d'ordinaire vingt-quatre sur chaque bourgeon femelle et dont une seule se transforme en graine, on peut donc dire que le *Torreya* est un If à la seconde génération ou un *Dacrydium* à la troisième.

» Tous ces faits anatomiques, que je ne puis qu'indiquer ici, recevront dans mon Mémoire une démonstration complète.

» En résumé, nous voyons que la fleur femelle des Conifères est construite sur un seul et même type fondamental, qui subit des modifications secondaires de plus d'une sorte. Toujours les ovules sont nus et les plantes gymnospermes; mais ce n'est jamais la bractée insérée sur l'axe du bour-

geon femelle, ou bractée de premier ordre, qui porte les ovules, et cette circonstance établit une différence essentielle entre les Conifères et les Cycadées, qui, elles aussi, sont gymnospermes, mais d'une tout autre manière. Les ovules des Conifères sont toujours portés sur la face dorsale de la première et unique feuille d'un rameau axillaire, le plus souvent de seconde, mais quelquefois aussi de troisième et même de quatrième génération. Cette feuille, qui est toujours inverse, c'est-à-dire diamétralement opposée à la bractée mère sur le rameau, produit les ovules tantôt à sa base, tantôt en son milieu, tantôt à son sommet; tantôt même, elle se transforme presque tout entière en un seul ou en deux ovules. Quelquefois cette feuille ovulifère, cette sorte de carpelle ouvert, est distinct de la bractée mère dans toute sa longueur, mais souvent une gaîne commune de parenchyme réunit les systèmes vasculaires des deux appendices sur une distance plus ou moins grande, et ils ne sont libres qu'au sommet (1). Enfin le nombre des bractées fertiles d'une même génération varie, et avec lui la forme de l'inflorescence et la nature du fruit composé qui en résulte.

» De là quatre sources de variations secondaires; en les combinant, non-seulement on fait dériver facilement d'un type unique toutes les formes existantes, mais on prévoit encore le développement possible d'autres formes qui ne paraissent pas représentées dans la nature actuelle.

» *Gnétacées.* — Étudions maintenant, pour la comparer à celle des Conifères et des Cycadées, la structure anatomique de la fleur femelle des *Ephedra.* Les bractées décussées du bourgeon femelle reçoivent, comme toutes les feuilles de la plante, deux traces divergentes, et sont, comme elles dépourvues de nervure médiane; la dernière paire seule est fertile. Les deux faisceaux qui quittent l'axe pour pénétrer dans le rameau se rapprochent en arrière, tournent leurs trachées en dehors et se rendent tout entiers dans une bractée postérieure, diamétralement opposée à la bractée mère sur le rameau, et possédant comme elle deux faisceaux divergents sans nervure médiane. Ici encore, le rameau axillaire de seconde génération ne développe donc que sa première feuille. Chacun des faisceaux, au moment où il se rend dans cette feuille, donne deux branches qui restent

(1) Je ne saurais manquer de rappeler ici que c'est une différence du même ordre qui sépare, chez les Angiospermes, l'ovaire supère des Jacinthes, par exemple, de l'ovaire infère des Alstræmeria, ou encore l'ovaire infère libre des Spiræacées de l'ovaire infère adhérent des Pomacées. (Voir *Recherches sur la structure du pistil,* loc. cit., p. 186 et 193.)

en place et se réunissent à celles du faisceau voisin pour former la cupule vasculaire de l'ovule. L'ovule est donc porté par la base de cette bractée postérieure et sur sa face ventrale et externe; en outre, cette bractée se ferme en réunissant ses bords en avant, et enveloppe l'ovule. Les *Ephedra* semblent donc avoir un ovaire, mais un ovaire béant.

» Encore gymnospermes quant à la fécondation, puisque le rapport de l'ovule et du pollen y est direct, mais déjà angiospermes quant à la formation de la graine, puisque l'ovule fécondé y subit ses transformations à l'intérieur d'une cavité close formée par le reploiement de la feuille sur laquelle il est inséré et dont il est une dépendance, les Gnétacées se sont arrêtées à mi-chemin dans la voie du perfectionnement organique; elles forment l'anneau qui réunit les Conifères et les Cycadées aux autres Phanérogames. »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Observations anatomiques et physiologiques sur la moelle des plantes ligneuses.* Note de **M. A. Gris**, présentée par M. Brongniart.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie l'esquisse d'une histoire générale de la moelle reposant sur l'étude de 200 espèces appartenant à 130 genres et à 40 familles.

» Je vais considérer ce tissu : 1° dans les entre-nœuds; 2° dans les nœuds; 3° à la base des bourgeons; 4° aux points où une pousse d'une année succède à une pousse d'une autre année.

» 1° Lorsqu'on examine en hiver la moelle d'un certain nombre d'espèces, on constate aisément que sa masse principale est constituée par des cellules à parois minces, ne contenant pas de matières de réserve, et qu'un étui d'utricules à parois plus épaisses et actives enveloppe le cylindre central inerte. M. Guillard a insisté sur ce mode d'organisation, qu'il considère comme général. Pour lui, le cylindre médullaire est normalement *hétérogène*, et « la moelle centrale » ne demeure que rarement fraîche et vivante au delà de la première année. Nos propres recherches nous ont conduit à considérer le type de la moelle d'une façon diamétralement opposée, et à constater que, dans un grand nombre de cas, elle demeure tout entière fraîche et vivante bien au delà de la première année. Beaucoup de végétaux offrent un tissu médullaire tel, qu'on ne saurait y distinguer une « moelle centrale » et « une moelle annulaire »; en effet, la masse des cellules qui le constituent offre le caractère commun d'une végétation générale active qui détermine l'épaississement des parois et la sécrétion des matières de

réserve; il est donc sensiblement uniforme et peut être dit *homogène*. Une *moelle homogène* se rencontre dans des plantes appartenant à des types très-divers (*Tamaris, Evonymus, Mahonia, Hamamelis, Parrotia, Platanus, Liquidambar, Castanea, Quercus, Ostrya, Fagus, Carpinus, Alnus, Betula, Myrica, Celastrus, Prinos, Buxus, Kalmia, Arbutus, Cassandra, Erica, Rhodora, Arctostaphylos, Gaultheria, Rhododendron, Azalea, Cydonia, Pyrus, Amelanchier, Eriobotrya, Photynia, Olea, Fothergilla, etc.*). Le système médullaire offrirait-il donc deux types tranchés d'organisation? il n'en est rien, car on passe par des degrés insensibles du type des moelles homogènes, qui est le type normal, au type le plus absolu des moelles hétérogènes. Hartig a déjà insisté sur l'importance physiologique du tissu que nous étudions ici, et nous espérons que ces recherches serviront à démontrer définitivement tout ce que les assertions contenues dans nos Traités classiques de botanique sur l'inertie prétendue de la moelle ont de trop absolu et d'inexact. Nos observations ont généralement porté sur des rameaux d'un an à huit ou dix ans. La sécrétion des matières de réserve, qui peut se continuer pendant un temps beaucoup plus long, comme j'ai pu le constater dans le Bouleau, le Chêne et le Hêtre, varie d'ailleurs singulièrement avec l'essence que l'on considère, et se trouve naturellement en rapport avec l'âge auquel le duramen commence à se former.

» La *moelle hétérogène* peut présenter diverses modifications et être dite *mêlée*, *réticulée*, *diaphragmatique*, et *hétérogène proprement dite*.

» Dans la *moelle mêlée*, il y a un véritable mélange de cellules actives et de cellules inertes (Néflier, Sorbier, Aubépine, Pommier, Amorpha).

» Le tissu médullaire d'un jeune rameau de *Ledum* peut être considéré comme le type de la *moelle réticulée*. Il présente un étui de cellules actives, et des files ou des lames verticales de semblables utricules reliées entre elles et avec l'étui par des branches anastomotiques. Les intervalles de cet élégant réseau sont occupés par de grandes cellules à parois minces, aérifères et cristalligènes. M. Trécul a décrit une structure analogue dans la moelle des Rosiers, et on la retrouve dans celle des *Cladothamnus, Zenobia, Andromeda* et *Clethra*.

» Les exemples de *moelles diaphragmatiques* ne sont pas très-répandus. Souvent ces diaphragmes sont formés de cellules à parois ténues, appartenant à la région centrale et inerte du cylindre médullaire, qui est alors divisé en un grand nombre de chambres superposées (*Noyer, Leucothoe*); ailleurs, ils se présentent dans la région centrale inerte et continue de la moelle (*Magnolia, Tulipier*). L'existence de ces diaphragmes a été signalée,

il y a plus de vingt ans, par M. Guillard. Il les considère comme des expansions de l'étui actif de la moelle; mais cette assertion est trop absolue. M. Baillon est revenu dans ces derniers temps sur ces diaphragmes, et il les décrit comme formés de cellules pierreuses, ce qui est inexact, car on y trouve deux sortes d'éléments. Les uns sont analogues, par leur structure et leur contenu, aux cellules de l'étui et ont un rôle physiologique à jouer; les autres sont de véritables cellules sclérenses. Ces deux sortes d'éléments peuvent être inégalement distribués dans les diaphragmes.

» Des modes de structure qui viennent d'être indiqués, on passe à d'autres formes d'organisation dans lesquelles la moelle perd de plus en plus de son importance physiologique, à mesure que l'élément actif diminue en elle (*Calluna vulgaris*, *Corylus*, *Fraxinus*); puis, ces dernières traces d'énergie vitale disparaissent, et, finalement, la région centrale inerte peut se résorber plus ou moins complétement, et ne plus laisser que quelques traces de son existence antérieure. Dans tous ces cas, l'étui extérieur des cellules actives ne manque jamais.

» 2° Dans la région des nœuds, la structure de la moelle varie suivant les essences. Tantôt sa région centrale et inerte se continue au travers des nœuds; tantôt il se fait en ces points, comme M. Guillard l'a reconnu, des diaphragmes solides, résistants et énergiquement vivants qui constituent des sortes d'albumens destinés à servir au développement des bourgeons (*Lonicera*, *Abelia*, *Vigne*, *Figuier*, *Clématite*, *Orme*).

» 3° D'après M. Guillard, on trouverait à la base de tous les bourgeons une moelle décomposée qu'il qualifie de *morte*. Déjà Schacht a signalé en ce lieu une couche cellulaire spéciale, mais il la décrit comme séveuse. J'ai étudié ce tissu dans diverses plantes, et, en effet, contrairement à l'assertion de M. Guillard, il se présente toujours avec les signes évidents d'une vitalité très-active. Il paraît continu et essentiellement formé de cellules munies d'un nucléus et de matières protéiques et hydrocarbonées. Certaines plantes (*Érable champêtre, Érable obier, Mûrier à papier*) sont remarquables par l'immense quantité de cellules cristalligènes qui entrent dans sa constitution.

» 4° La moelle qu'on trouve au bas de chaque rameau qui en prolonge un autre est également bien loin d'être morte comme l'a pensé M. Guillard. Je l'ai trouvée très-vivante dans l'*Érable champêtre,* le *Noyer,* le *Platane*, le *Bouleau*, le *Laurier-Cerise*. Dans cette dernière plante, c'est un tissu peu consistant uniformément constitué par des cellules actives; dans les autres, il est résistant, continu et se présente comme un mélange de cellules ac-

tives à parois épaisses, et de cellules inertes à parois ténues et çà et là cristalligènes.

» Les divers modes de structure de la moelle, considérée dans l'entrenœud, conduisent à des considérations taxonomiques intéressantes. J'ai étudié sous ce rapport le vaste groupe des Éricinées, les Cupulifères, les Hamamélidées, les Oléinées, les Caprifoliacées, les Juglandées, les Rosinées, les Bétulinées et les Celtidées. Je me bornerai simplement à quelques remarques sur cette partie de mon sujet, qu'il ne m'est pas permis de développer ici. La moelle peut, par la constance de sa structure, servir à caractériser des familles (Quercinées, Hamamelidées, Amygdalées, Bétulinées), des genres (Chêne, Bouleau, Coudrier, Noyer, Azalée, Rosier dont j'ai étudié soixante espèces, toutes à moelle réticulée). Cette même structure paraissant constante dans chacune des espèces d'un genre vraiment naturel, elle peut servir à distinguer ces genres, et à décider de la valeur de certains groupes discutés et fondés sur l'organisation florale seule. Ainsi, pour citer quelques exemples, les Sorbiers et le Pommier n'appartiendraient pas au genre des Poiriers; on aurait fait sortir avec raison les Coudriers de la famille des Chênes; certains groupes d'espèces, réunis par Endlicher sous le nom collectif *d'Andromeda,* mais isolés par d'autres auteurs, avec un sens plus net de la classification naturelle, auraient une valeur réellement générique, etc., etc. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Conclusions concernant la nature de la mère de vinaigre et des microzymas en général.* Note de **M. A. Béchamp.**

M. Béchamp demande l'ouverture d'un pli cacheté déposé par lui le 30 décembre 1868; ce pli, ouvert en séance par M. le Secrétaire perpétuel, contient la Note suivante :

« La *mère de vinaigre* du vin est une membrane formée par des microzymas, simples ou déjà développés en bâtonnets droits ou courbes, engagés dans une matière intercellulaire hyaline. Elle est comparable au tissu conjonctif dans lequel des cellules sont développées.

» La mère de vinaigre, conservée dans le vinaigre ou dans l'eau sucrée créosotée, conserve presque indéfiniment son aspect et ses propriétés.

» La mère de vinaigre, nourrie d'albumine et de sucre de canne, ne se modifie pas dans sa texture ni dans son apparence microscopique.

» Ce sont les microzymas simples ou déjà développés en bâtonnets de

la mère de vinaigre, qui sont les éléments vivants de cette membrane et qui lui communiquent la propriété de faire fermenter le sucre.

» La mère de vinaigre, nourrie de bouillon, de levûre et de sucre de canne, se comporte comme un ferment aussi énergique que la levûre de bière; mais elle change de nature, en se transformant en une membrane où apparaissent de grandes cellules à noyaux et à microzymas distincts de la levûre de bière.

» Les microzymas normaux déjà enveloppés de la mère de vinaigre sont les germes de ces nouvelles cellules. Les choses se passent ici comme si ces microzymas ou granulations moléculaires se faisaient leur enveloppe à l'aide de la matière intercellulaire ambiante, qui les englobe comme une gangue. Mais, pour que cette nouvelle propriété se manifeste, il faut les conditions particulières que j'ai réunies.

» Et, comme la nature du monde organisé est une dans ses multiples manifestations, on peut considérer que les granulations moléculaires que j'ai nommées microzymas sont, dans les végétaux et dans les animaux, *ab semine* et *ab ovo*, les travailleuses qui, les conditions favorables étant données, sont chargées de tisser les cellules.

» Les expériences de M. Onimus ne vont pas à démontrer l'organisation spontanée de ce qu'on est convenu d'appeler un blastème : il n'a pu s'assurer qu'aucun microzyma n'est intervenu.

» Dans les études sur la génération dite spontanée, le microzyma doit dorénavant être pris en considération.

» Cette théorie nouvelle de l'origine de la cellule n'infirme pas l'énoncé axiomatique de M. Virchow : *omnis cellula e cellulâ*. Une cellule peut dériver d'une autre cellule suivant un autre mode, voilà tout. »

La Lettre actuelle de M. Béchamp contient quelques détails sur les observations qui l'ont conduit à adopter les conclusions contenues dans le pli cacheté. Il insiste sur ce que, selon lui, la *mère de vinaigre* n'est pas une espèce végétale proprement dite : elle ne possède d'autre spécificité que celle des microzymas dont elle est formée. Quant à la structure chimique de cette membrane, M. Béchamp pense avoir démontré qu'elle est, à volonté, celle d'un ferment alcoolique, lactique, butyrique ou acétique.

M. V. Ballu soumet au jugement de l'Académie une Note portant pour titre : « Aperçu sur un projet de musique optique. »

Les sons employés en musique étant formés par des nombres de vibra-

tions qui sont entre eux dans des rapports simples, l'auteur propose de représenter, pour l'œil, la succession ou la production simultanée de plusieurs sons au moyen d'images qui offriraient une grandeur constante, et dont on ferait varier les distances au spectateur suivant ces rapports simples eux-mêmes. Les grandeurs apparentes de ces images varieraient en raison inverse des distances : un système de fils, tendus dans deux directions rectangulaires, et immobiles pendant le mouvement des images, permettrait à l'œil de se rendre compte des valeurs exactes de ces variations elles-mêmes.

Cette Note est renvoyée à l'examen de M. Jamin.

M. Lefranc, à propos de la réclamation de priorité adressée par *M. Commaille* au sujet de la découverte de l'acide atractylique et des atractylates, déclare que, après avoir pris connaissance du procédé employé par ce chimiste et des propriétés attribuées à l'acide préparé par ce procédé, il est maintenant convaincu qu'il n'y a rien de commun entre les deux découvertes.

M. Guyon exprime le désir de se retirer du concours pour les prix Montyon de 1868, et de rentrer en possession des pièces qu'il a adressées pour ce concours.

La Lettre sera transmise à la Commission chargée de juger ce concours.

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en comité secret.

COMITÉ SECRET.

L'Académie décide que l'extrait suivant du procès-verbal du Comité secret du 5 avril, adopté au commencement de la séance actuelle, sera inséré au *Compte rendu :*

TRANSFERT DE L'OBSERVATOIRE. — L'Académie, en réponse à la Lettre de M. le Ministre de l'Instruction publique à M. le Président de l'Académie, en date du 17 avril 1868, et sur la proposition de M. Combes, met en délibération la résolution suivante :

Il importe que l'Observatoire impérial actuel de Paris soit conservé sans aucun amoindrissement, et en y ajoutant des logements pour les observateurs; mais il est nécessaire qu'un autre observatoire de premier ordre, répondant à

tous les besoins de la science, avec logements pour tout le personnel, soit fondé dans un lieu convenablement choisi en dehors et à proximité de la ville de Paris.

Les salles ou locaux d'observations du nouvel établissement seront placés vers le centre d'un terrain clos, appartenant à l'État, et assez vaste pour assurer leur isolement à distance suffisante des constructions et voies de communications extérieures.

L'ancien et le nouvel observatoire seront absolument indépendants l'un de l'autre : chacun d'eux poursuivra ses travaux librement, sous l'empire des règlements et la haute surveillance du Ministre.

Sur 54 votants, il y a :

53 bulletins pour l'adoption,
1 bulletin blanc.

L'Académie adopte la proposition à l'unanimité des suffrages exprimés.

La séance est levée à 6 heures un quart. É. D. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 12 avril 1869, les ouvrages dont les titres suivent :

Cours théorique et clinique de pathologie interne et de thérapie médicale; par M. E. GINTRAC, Correspondant de l'Académie des Sciences, t. VI et VII. Paris, 1868; 2 vol. in-8°.

Recherches expérimentales et théoriques sur les figures d'équilibre d'une masse liquide sans pesanteur; par M. J. PLATEAU. Bruxelles, 1868; in-4°.

L'âge du Renne en Mâconnais, Mémoire sur la station du clos du Charnier à Solutré; par MM. H. DE FERRY *et* A. ARCELIN. Mâcon, 1868; br. in-8°.

Académie impériale des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Savoie. Habitations lacustres de la Savoie, 2e Mémoire qui a obtenu le prix d'Archéologie au concours des Sociétés savantes en 1866; *par* M. L. RABUT. *Album.* Chambéry, 1867; in-4°.

Actes de l'Académie impériale des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Bordeaux, 3e série, 30e année, 1868, 1er et 2e trimestres. Paris, 1868; in-8°.

Traité pratique des maladies de l'espèce bovine; par M. J. CRUZEL. Paris, 1868; 1 vol. in-8° relié. (Présenté par M. Bouley.)

Prix décernés par l'Académie impériale des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Bordeaux pour l'année 1868, *et programme des questions mises au concours pour l'année* 1869 *ou les suivantes. Séance publique du* 11 *mars* 1869. Bordeaux, 1869; br. in-8°.

Discours prononcé le 9 *janvier* 1866 *par* M. John FOWLER *à son avénement à la Présidence de l'Institut des Ingénieurs civils d'Angleterre, précédé d'une Notice biographique; par* M. P. ANDRIEL. Paris, 1867; in-8° relié.

Mémoires de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg, VII^e série, t. XII, n^{os} 1 à 3. Saint-Pétersbourg, 1868; 3 brochures in-4° avec planches.

Bulletin de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg, t. XIII, n^{os} 1 à 3. Saint-Pétersbourg, 1868; 3 n^{os} in-4°.

Résultats de quelques observations supplémentaires faites sur des étoiles doubles artificielles; par M. O. STRUVE. Saint-Pétersbourg, 1866; in-8°. (Extrait du *Bulletin de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg*, t. IV.)

Tabulæ auxiliares ad transitus per planum primum verticale reducendos inservientes; edidit STRUVE. Petropoli, 1868; br. grand in-8°.

Jahresbericht... *Rapport annuel au Comité de l'Observatoire central Nicolaï, présenté par le Directeur de l'Observatoire les* 24 *mai* 1867 *et* 1868; traduit du russe en allemand. Saint-Pétersbourg, 1867; 2 br. in-8°.

Sailing... *Directions pour la côte d'Irlande*, 2^e partie. Londres, 1868; in-8° relié.

African... *Pilote africain*, 2^e partie. — *De la rivière Cameroon au cap de Bonne-Espérance*. Londres, 1868; in-8° relié.

North... *Pilote de la mer du Nord*, 2^e partie. Londres, 1868; in-8° relié.

Australia... *Le Pilote de l'Australie*, t. I^{er}, 6^e édition. Londres, 1868; in-8°.

Pilot... *Cartes à l'usage des pilotes pour l'océan Atlantique*. Atlas grand aigle relié.

Navigation des mers de l'Inde et de la Chine, 23 cartes grand aigle.

Admiralty... *Catalogue des cartes, plans, vues, etc., publiés par l'Amirauté anglaise, et revisé par* M. le comm. Ed. DUNSTERVILLE. Londres, 1869; br. in-8°.

The admiralty... *Listes des phares de l'Amirauté anglaise, corrigées pour*

janvier 1869; *par* M. le comm. Ed. DUNSTERVILLE. Londres, 1869; 10 brochures in-8°.

Tide... *Table des marées pour les ports de la Grande-Bretagne et de l'Irlande pour l'année* 1869, *revue par* M. J. BURDWOOD. Londres, 1868; in-8°.

An... *Explication des mouvements de l'Iris; par* M. Rob. JAMES. Londres, 1867; in-8° relié.

Trisezione... *Trisection d'un angle quelconque; par* M. G. BARATTA. Naples, 1869; br. in-8°.

Université de Finlande. — Documents divers. Helsingfors, 1867 et 1868; 13 broch. in-8° et grand in-8°.

PUBLICATIONS PÉRIODIQUES REÇUES PAR L'ACADÉMIE PENDANT LE MOIS DE MARS 1869.

Annales de Chimie et de Physique; par MM. CHEVREUL, DUMAS, BOUSSINGAULT, REGNAULT, WURTZ, avec la collaboration de M. BERTIN. Mars 1869; in-8°.

Annales de l'Agriculture française; 15 et 30 janvier, et 15 et 28 février 1869; in-8°.

Annales de la Société d'Hydrologie médicale de Paris, 4e livraison; 1869; in-8°.

Annales de l'Observatoire Météorologique de Bruxelles; n° 2, 1869; in-4°.

Annales des Conducteurs des Ponts et Chaussées; 1er janvier, 1869; in-8°.

Annales du Génie civil; mars 1869; in-8°.

Annales médico-psychologiques; mars 1869; in-8°.

Atti dell' imp. reg. Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti. Venise, t. XIV, 2e et 3e cahiers, 1869; in-4°.

Bibliothèque universelle et Revue suisse. Genève, n° 135, 1869; in-8°.

Bulletin de l'Académie impériale de Médecine; nos des 15 et 28 février, et 15 mars 1869; in-8°.

Bulletin de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique; n° 2, 1869; in-8°.

Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale; janvier 1869; in-4°.

Bulletin de la Société de Géographie; janvier 1869; in-8°.

Bulletin de la Société française de Photographie; mars 1869; in-8°.

Bulletin de la Société Philomathique; octobre à décembre 1868; in-8°.

Bulletin des séances de la Société impériale et centrale d'Agriculture de France; n° 1er, 1869; in-8°.

Bulletin général de Thérapeutique; 15 et 30 mars 1869; in-8°.

Bulletin hebdomadaire de l'Agriculture; nos 10 à 14, 1869; in-8°.

Bulletin international de l'Observatoire impérial de Paris, feuille autographiée, 1er août 1868 au 28 février 1869; in-4°.

Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze matematiche et fisiche; octobre 1868; in-4°.

Bullettino meteorologico dell' Osservatorio del R. Collegio Carlo Alberto; t. IV, nos 1 et 2, 1869; in-4°.

Catalogue des Brevets d'invention; nos 8 et 9, 1868; in-8°.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences; nos 9 à 13, 1er semestre 1869; in-4°.

Cosmos; nos des 6, 13, 20, 27 mars 1869; in-8°.

Gazette des Hôpitaux; nos 26 à 39, 1869; in-4°.

Gazette médicale de Paris; nos 10 à 14, 1869; in-4°.

Il Nuovo Cimento... *Journal de Physique, de Chimie et d'Histoire naturelle,* t. XXVIII, décembre, 2e série, t. I, janvier et février 1869; in-8°.

Journal d'Agriculture pratique; nos 9 à 13, 1869; in-8°.

Journal de Chimie médicale, de Pharmacie et de Toxicologie; mars 1869; in-8°.

Journal de l'Agriculture, nos 64 à 66, 1869; in-8°.

Journal de la Société impériale et centrale d'Horticulture; févier 1869; in-8°.

Journal de l'Éclairage au Gaz; 1868, nos 23 et 24; 1869, n° 1er; in-4°.

Journal de Mathématiques pures et appliquées; décembre 1868 et janvier 1869; in-4°.

Journal de Médecine de l'Ouest; 28 février 1869; in-8°.

Journal de Médecine vétérinaire militaire; février 1869; in-8°.

Journal de Pharmacie et de Chimie; mars 1869; in-8°.

Journal des Connaissances médicales et pharmaceutiques; nos 6 à 9, 1869; in-8°.

Journal des Fabricants de Sucre; nos 47 à 51, 1869; in-fol.

Kaiserliche... *Académie impériale des Sciences de Vienne;* nos 5 à 7, 1869; in-8°.

L'Abeille médicale; nos 10 à 14, 1869; in-4°.

L'Aéronaute; février et mars 1869; in-8°.

L'Art dentaire; février et mars 1869; in-8°.

L'Art médical; mars 1869; in-8°.

Le Gaz; n° 2, 1869; in-4°.

Le Moniteur de la Photographie; 1868, n° 24; 1869, n° 1er; in-4°.

Les Mondes; nos des 4, 11, 18, 25 mars 1869; in 8°.

Le Sud médical; nos 5 et 6, 1869; in-8°.

L'Événement médical; nos 10 à 14, 1869; in-4°.

L'Imprimerie; n° 62, 1869; in-4°.

Marseille médical, n° 3, 6e année, 1869; in-8°.

Magasin pittoresque; mars 1869; in-4°.

Matériaux pour l'histoire positive et philosophique de l'homme; par G. DE MORTILLET; nos 10 à 12, 1869; in-8°.

Monatsbericht... *Compte rendu mensuel des séances de l'Académie royale des Sciences de Prusse;* janvier 1869; in-8°.

Monthly... *Notices mensuelles de la Société royale d'Astronomie de Londres;* n° 4, 1869; in-8°.

Montpellier médical... Journal mensuel de Médecine; mars 1869; in-8°.

Nouvelles Annales de Mathématiques; mars 1869; in-8°.

Nouvelles météorologiques, publiées par la Société météorologique; n° 4, 1869; in-8°.

Pharmaceutical Journal and Transactions; mars 1869; in-8°.

Répertoire de Pharmacie; février et mars 1869; in-8°.

Revue des Cours scientifiques; nos 14 à 18, 1869; in-4°.

Revue des Eaux et Forêts; mars 1869; in-8°.

Revue de Thérapeutique médico-chirurgicale; nos 5 à 7, 1869; in-8°.

Revue hebdomadaire de Chimie scientifique et industrielle; nos 18 à 21, 1869; in-8°.

Revue maritime et coloniale; mars et avril 1869; in-8°.

Revue médicale de Toulouse; février et mars 1869; in-8°.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 19 AVRIL 1869.

PRÉSIDENCE DE M. CLAUDE BERNARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Observations relatives à la Note de* M. Breton (de Champ), *présentée dans la séance précédente* (12 *avril*); *par* **M. Chasles.**

I.

« M. Breton dit qu'il va « dévoiler *par des faits matériels*, et non plus » par des raisonnements, le caractère apocryphe d'une vingtaine de Documents qui ont été présentés à l'Académie comme provenant de Galilée et » de Pascal. » Il ajoute qu'il veut « mettre un terme à cette mystification » qui dure depuis trop longtemps. »

» Cette vingtaine de Documents fait partie d'une soixantaine de pièces manuscrites que j'ai produites dès l'origine de cette longue polémique; d'abord, 1 Lettre de Pascal à Boyle et 5 Notes sur l'attraction; puis 53 autres Notes (dont 4 étaient en double); et enfin 3 Lettres de Galilée et 1 Lettre de Pascal à Fermat; en tout donc, 63 pièces.

» Ce sont ces pièces dans lesquelles M. Breton (de Champ) croit avoir trouvé la preuve décisive que mes Documents sont l'œuvre d'un faussaire, parce qu'il a reconnu que seize des Notes de Pascal et deux passages d'une

des Lettres de Galilée se trouvent textuellement dans la Notice de Savérien sur la Vie de Newton (*Histoire des Philosophes modernes*, t. IV), d'où le faussaire les aurait extraites pour les associer à quarante-cinq autres pièces, ou plutôt à des milliers d'autres pièces de sa façon, qui ont causé au sein de l'Académie la longue mystification à laquelle M. Breton entend mettre un terme.

» M. Breton se prononce ainsi avec une assurance et une foi naïve, bien imprudente. Il semble ignorer que si la coïncidence qu'il signale peut donner lieu à un doute, à une présomption même, elle demande un examen sérieux, et qu'il n'est point permis de prononcer *à priori*, sans examen, ou, comme il le dit, *sans raisonnements*, que c'est une preuve décisive de la falsification des Documents.

» Ne sait-on pas, en effet, que les Biographies et les Notices se font avec des Notices déjà connues, auxquelles on est heureux de pouvoir ajouter parfois quelques Documents nouveaux restés enfouis, soit dans les dépôts publics, soit dans des collections particulières? Ne sait-on pas, et je pourrais en donner de nouvelles preuves nombreuses, que, dans le siècle dernier surtout, on a usé largement de ces ressources particulières, dans l'Histoire des Sciences comme dans celle des Lettres?

» Savérien indique, au commencement de la Notice de chaque personnage, les Mémoires d'après lesquels il l'a composée. Il en prévient dans sa Préface (t. Ier, p. XXI); et il ajoute qu'il « n'a indiqué que les principaux » ouvrages, pour ne pas faire parade d'une érudition fastueuse; et qu'il a » supprimé plusieurs autres citations. »

» On ne doit donc point s'étonner de trouver dans l'ouvrage de Savérien beaucoup de choses qui ne sont point dans les Mémoires qu'il a cités, et dont plusieurs ont pu se rencontrer ailleurs.

» Mais M. Breton prétendra peut-être que ces emprunts annoncés par Savérien doivent avoir été pris d'ouvrages déjà imprimés; et que Savérien se serait bien gardé de recourir à des Documents non encore mis au jour. Ce serait une allégation difficile à soutenir; mais je veux bien en éviter l'embarras à M. Breton, et lui dire dès ce moment que Savérien a eu connaissance et a fait usage de plusieurs des Documents qui me sont parvenus. Ces pièces se trouvaient alors dans la riche collection d'objets précieux en tous genres que possédait Mme de Pompadour. Montesquieu les connaissait parfaitement : il en a fait un grand usage dans ses nombreuses correspondances restées inédites, et dans lesquelles il ne tarit pas au sujet de Galilée, de Pascal et de Newton, comme j'ai déjà eu occasion de le dire.

Savérien lui ayant été recommandé par J. Bernoulli, il l'a recommandé à son tour à Mme de Pompadour, qui l'a accueilli et a mis à sa disposition les manuscrits qui pouvaient lui être utiles pour ses travaux. Il me suffira de citer à ce sujet trois Lettres : une de Montesquieu à Savérien, une de celui-ci à Mme de Pompadour, et une troisième qui est la réponse de cette dame à Savérien.

» Voici ces Lettres :

Paris, ce 8.

Monsieur,

Vous m'avez été recommandé par M. J. Bernoulli d'une telle sorte que je me plais à vous en féliciter. Et moi-même je vous ai recommandé à madame la marquise de Pompadour, qui approuve beaucoup vos desseins d'écrire l'histoire des progrès de l'esprit humain dans les sciences intellectuelles et dans les sciences exactes. Dans une entrevue que j'ai eue dernièrement avec elle, elle m'a parlé de vous et m'a témoigné le désir de vous entretenir. Or venez donc me voir le plutot qu'il vous sera possible pendant que je me trouve à Paris; nous nous entretiendrons ensemble, et je vous conduirai près de cette dame, qui a beaucoup d'estime pour tous les savans. Je vous le répète, elle approuve beaucoup vos desseins, et comme elle possède une des plus belles et des plus riches collections de documens de toutes sortes, je ne doute pas qu'elle vous permette d'y puiser des renseignemens, pour l'utilité des ouvrages que vous avez dessein de faire. Je suis, monsieur, votre très humble, très dévoué et très obéissant serviteur, MONTESQUIEU.

A monsieur Saverien.

Ce 14 mars.

Madame la marquise,

JE VOUS RETOURNE 200 LETTRES DE COPERNIC, DE GALILÉE, DESCARTES, GASSENDI, PASCAL, MALEBRANCHE, LEIBNITZ, NEWTON ET AUTRES scavans du siècle passé, que vous avez bien voulu me confier. J'ai compulsé avec soin ces précieux documens, et j'en ai fait des extraits qui me seront très utiles, non-seulement pour mon histoire des progrès de l'esprit humain dans les sciences naturelles, intellectuelles et exactes, mais aussi pour une histoire des philosophes anciens et modernes, que j'ai dessein de faire. C'est vous dire assez, Madame la marquise, combien je vous suis reconnoissant d'avoir bien voulu me confier ces documens, et combien je serois content si vous vouliez bien m'en confier des nouveaux. Ce seroit me rendre le plus heureux des hommes. Daignez agréer, je vous prie, avec mes sincères remercimens, l'assurance que je suis, Madame la marquise,

votre très humble, très dévoué et très obéissant serviteur,

A Madame la marquise de Pompadour. SAVERIEN.

Monsieur,

J'ai reçu votre aimable lettre et le petit paquet renfermant les documens que je vous avois confiés. Je suis bien aise que ces documens vous soient agréables et de quelque utilité pour les ouvrages que vous avez dessein de faire; car je ne désire rien tant que la propagation des connoissances humaines.

J'ai donné l'ordre à mon bibliothécaire de vous proposer d'autres documents et de vous

les envoyer. Du reste, quand il vous plaira venir vous mesme rechercher ce dont vous penserez vous être utile, tout est à votre disposition. C'est vous dire assez, monsieur, toute l'étendue de l'estime et de l'amitié que j'ay pour vous. La M. DE POMPADOUR.

Ce 20 mars.

A Monsieur Saverien.

» M. Breton portera sur ces Lettres tel jugement qu'il voudra, dût-il invoquer, comme M. Faugère, le faussaire *aux longues oreilles* qui fonctionne même au dernier moment pour les besoins de la cause : peu m'importe. Je veux simplement faire entendre à M. Breton qu'il ne peut pas se borner à invoquer des faits, comme il l'a annoncé, et qu'il doit recourir *aux raisonnements* dont il a cru pouvoir se dispenser.

» Il faut, de toute nécessité, qu'il explique à l'Académie pourquoi ce faussaire, qui, suivant MM. Faugère et H. Martin, et M. Breton lui-même, avait pour but de nuire à Newton en lui enlevant sa grande découverte astronomique pour l'attribuer à Pascal, ne s'est pas borné à prendre dans Savérien les dix-huit passages qui lui auraient parfaitement suffi, car l'un renferme la démonstration de la loi de l'attraction en raison inverse du carré des distances, et un autre, les rapports des masses des planètes à celle du Soleil. Il faut, dis-je, que M. Breton explique pourquoi le faussaire aurait ajouté à son larcin, qui ne lui donnait aucune peine et suffisait à ses vues, un travail difficile et pénible, puisqu'il exigeait des connaissances profondes et le génie de Pascal et de Newton ; il faut que M. Breton constate que les quarante-cinq autres pièces ne sont pas du même style, de la même facture que les dix-huit premières. Car s'il y a identité de sujet, de pensées et de style, identité en outre dans les particularités de leur état graphique, toutes les pièces devront être considérées comme ayant une même origine.

» Voilà l'état de la question, circonscrite le plus possible ; voilà la tâche qui incombe à M. Breton. Il faut qu'il se décide à recourir *aux raisonnements* qu'il croyait n'être pas nécessaires. C'est ce qu'ont fait du reste ses chefs de file, MM. H. Martin et Faugère, ce dernier « si versé, comme il le » dit, dans la connaissance de tout ce qui concerne la vie et les ouvrages de » Pascal, » et dont il invoque l'autorité.

» J'attendrai donc *les raisonnements* de M. Breton sur cette partie de sa communication.

II.

» Je passe à un autre point de la Note de M. Breton.

» Il revient sur la Lettre de Pascal à Fermat du 16 avril 1648, dont il

était déjà question dans sa première communication du 22 mars, et qu'« il » sait, dit-il, être très-certainement apocryphe, d'après les témoignages au- » thentiques de Pascal cités dans cette communication. »

» M. Breton prétendait que Pascal n'avait eu connaissance qu'en 1647, par suite de l'expérience de Torricelli, « de ce fait capital, que la pression » atmosphérique était la cause des effets qu'on attribuait autrefois à l'hor- » reur du vide. » C'était aussi l'argument employé par M. Faugère, que j'avais réfuté, en faisant voir qu'il confondait la pesanteur de l'air, connue depuis 1630, avec la question de l'horreur du vide, qui était l'objet principal de l'expérience de Torricelli. Aussi je me suis borné, dans ma réponse à la Note de M. Breton, à cette simple observation, que « Pascal, en raisonnant sur les expériences récentes de Torricelli ou de lui-même, ne s'était point proposé de rappeler ou de faire connaître les recherches anciennes qu'il avait faites en commun avec Galilée sur la pesanteur de l'air, pas plus que Torricelli et autres ne faisaient mention de la découverte de la pesanteur de la masse d'air, qui se trouvait dans plusieurs ouvrages depuis 1630. » J'ajoutais que je possédais de nombreuses Lettres de Galilée attestant que Pascal s'était occupé de la pesanteur de l'air et qu'il l'avait parfaitement connue; et j'invitais M. Breton à venir prendre connaissance de ces pièces : ce à quoi il a répondu que « cet examen ne pourrait avoir aucun résultat. » Ce qui semble signifier que M. Breton entend, comme M. Faugère, que les pièces annoncées sont l'œuvre du fabricateur de cet arsenal inépuisable de Documents apocryphes qu'a dénoncé M. H. Martin.

» Puisqu'il s'est adressé à l'Académie, trouvera-t-il convenable, et de son devoir même, de s'expliquer à ce sujet; ou bien répondra-t-il, comme M. Faugère encore, qu'il a suffisamment satisfait à la tâche qu'il s'est imposée?

» Quoi qu'il arrive, je ne puis différer d'édifier encore sur ce point l'Académie.

» Voici ce dont il s'agit.

» Dans sa Lettre à Fermat du 16 avril 1648 (1), Pascal dit, en parlant de ses expériences de 1647 sur la pesanteur de l'air, qu'il y avait déjà plusieurs années qu'il avait fait des expériences sur le même sujet, que c'était Galilée qui lui en avait initié l'idée dans une Lettre de 1641. Il ajoute que Torricelli, sans doute sous l'initiative aussi de Galilée, avait aussi fait quelques expériences et reconnu que l'air est pesant.

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXV, p. 590.

» M. Breton, qui n'admet de Torricelli que l'expérience de 1644, et de Pascal que ses expériences de 1647, conclut de là que cette Lettre à Fermat est fausse, ainsi que toutes les autres.

» J'ai déjà dit que Pascal et Torricelli, par leurs expériences de 1644 et 1647, n'avaient point pour objet de démontrer une chose *inconnue*, mais de donner de nouvelles démonstrations d'une chose *connue* et démontrée depuis 1630 par Rey, Descartes, Galilée, etc., dans des ouvrages publiés.

» Cette seule observation était celle à laquelle devait répondre M. Breton, et sur laquelle il garde le silence, se bornant à reproduire son premier raisonnement.

» Puisque M. Breton n'a pas voulu prendre connaissance des Documents que j'offrais de lui communiquer, je les apporte ici, et je demande à l'Académie à en extraire rapidement quelques passages ou quelques mots où se trouvent des mentions expresses des recherches de Pascal, de Galilée et de Torricelli lui-même sur la pesanteur de l'air :

» Galilée à Pascal :

2 juillet. — Vostre petit Traité sur quelques propriétés de l'air, et le moyen d'en cognoistre la température dans tous les climats de la terre m'a esté très-agréable, et m'a donné lieu de faire quelques observations. Par exemple, l'eau bout lorsque ses parties ont assez d'agitation pour surmonter le poids de l'air....

20 août. — De nouvelles expériences que nous avons du poids et du ressort de l'air....

Arcetri, ce 11 novembre. — Voicy une manière de prouver la pression de l'air par deux canaux. Un double canal plein de mercure enfoncé dans un vaisseau qui en est aussy plein. Puis bouchant l'ouverture dudit canal extérieur, et rompant le bout du bec qu'il a; l'air s'y introduisant, il pressera le mercure et fera remonter celuy qui est dans le canal intérieur plus haut que la marque AB où il estoit descendu, à cause qu'il estoit plus haut de deux pieds et demi, comme c'est l'ordinaire dans l'expérience du vuide. Je vous engage à faire cette observation.

Florence, 2 juillet. — Dites moy ce que vos amis pensent de cette appréciation (touchant le très-illustre Copernic et son système du monde). Faites moy part aussy de vos nouvelles expériences sur la pesanteur de l'air....

13 novembre 1640. — J'ay lu avec beaucoup de soin vos observations touchant la pesanteur, et je suis d'avis que la différence de la pesanteur de la colonne d'air....

Ce 20 novembre 1640. — A ma Lettre du 13, que je ne vous ay point encore adressée, n'ayant pas encore trouvé d'occasion sure, je joindray de nouvelles observations touchant la pesanteur de l'air.

Arcetri, ce 20 décembre 1640. — J'ay reçu une réponse de M. Rey duquel je vous ay parlé... Vous m'avez temoigné le desir que je vous communique ses lettres. Je regrette bien

de ne pouvoir le faire quand à présent; car je les ay envoyées à Rome à M. Torricelli. Je me propose de les luy redemander.

Arcetri, ce 8 janvier (1641?). — Je vous ai informé dans une précédente Lettre que j'avais envoyé à Rome à M. Torricelli ma correspondance avec Jean Rey, auteur d'un livre fort curieux, dans lequel se trouve la méthode et l'esprit d'analyse, et une physique saine et esclairée par l'expérience.

» Pascal à Galilée :

Ce 3 septembre 1638. — J'ai comme vous déjà repetté plusieurs expériences du vuide, et je trouve que les effets qu'on avoit jusqu'à présent attribués à l'horreur du vuide doivent estre causés par la pesanteur de l'air qui est la cause physique de l'ascension des liqueurs dans les tuyaux dont déjà nous avons dit quelque chose.

22 mai. — Je vous fais part de diverses nouvelles observations que j'ay faites au sujet de la pesanteur de l'air, au moyen de l'instrument dont nous nous sommes déjà entretenu.

Ce 7 août. — Je vous fais part de quelques nouvelles expériences que j'ay faites touchant la pesanteur de l'air et la chute des corps.

Ce 22 novembre. — Je me suis informé du motif du silence de M. Jean Rey à vostre égard.... Il a eu l'obligeance de m'envoyer son livre imprimé en 1630, dans lequel on voit quelques expériences de physique par lui faites, qui sont très intéressanses : j'y ai vu des expériences touchant la pesanteur de l'air, qui ont frappé mon attention. Vous seroit-il agréable de me faire connoître les lettres que vous avez échangées ensemble sur cette matière?

30 novembre. — Je vous envoye le résultat de mes dernières observations touchant la pesanteur de l'air, au moyen desquelles vous pourrez apprécier la cause qui fait tomber les corps pesans vers le centre de la terre, et celle qui retient les planètes dans leurs orbites, dont nous nous sommes déjà entretenus.

12 février 1641. — J'ay reçu avec plaisir les diverses expériences de M. Torricelli ; je les ay déjà réitérées plusieurs fois, et je me propose d'étudier attentivement cette partie de la science qui me sourit beaucoup.

Ce 12 mars 1641. — Votre lettre par laquelle vous me faites part de vos idées touchant la pesanteur de la masse de l'air, et les expériences qu'un de vos disciples, M. Torricelli, a déjà faites à ce sujet, ont tellement frappé mon imagination, que je me suis mis de suite à la besogne.... Je serais bien aise si vous vouliez bien m'envoyer un des instruments avec lesquels M. Torricelli opère, ou m'en donner une description exacte.

» Jean Rey à Galilée :

Au Bugue en Perigord, ce 2 may. — Vous avez dû voir que selon mon penser l'air est un corps pesant...

Au Bugue en Perigord, ce 22 juin. — Il est certain que l'air est un corps pesant; et comme tel il peut céder à l'étain et au plomb des molécules pesantes, qui par leur addition augmentent nécessairement le poids primitif de ces métaux.

» Galilée à P. Petit :

Nous scavons maintenant que la densité de l'air est proportionnelle à la force qui le comprime, et que cette force n'estant que le poids de l'atmosphère....

» Galilée à Descartes :

Ce 2 août. — Je vous envoye ci-joint le modèle d'un petit instrument avec la description et la manière de s'en servir. Au moyen de cet instrument on peut connoître la pesanteur de l'air.

» Galilée à Mersenne :

Arcetri ce 15 février. — Je vous ay dit que d'après un calcul fait par mon jeune compétiteur, M. Pascal le fils, que l'atmosphère terrestre, à deux ou trois cents lieues de hauteur, y doit peser vers le centre de la terre environ douze cents fois plus qu'elle ne pesoit vers le soleil.... Tel est le résultat de nos nouvelles observations au moyen d'une nouvelle méthode et d'un nouveau procédé que mon jeune compétiteur pourra vous faire connoître : c'est à luy qu'en appartient la gloire. Cette méthode a été par luy imaginée après sa découverte de la pesanteur de l'air et de l'invention du baromètre, dont il s'est servi le premier pour connoistre la hauteur des montagnes. Mais comme l'instrument qui a servi à ces observations n'est pas encore dans la perfection voulue et qu'il n'est connu encore sous aucune dénomination, je ne vous en parle pas. M. Pascal, qui l'a imaginé, vous le fera connoistre lorsqu'il jugera à propos. Toutefois, si vous jugez à propos de soumettre nos observations à M. Descartes, vous pouvez le faire, et nous faire part de ses remarques.

» Mademoiselle de Gournay à Monconys :

Paris, ce 23 novembre 1640. — M. Pascal le fils paroist très absorbé et préoccupé de ses nouvelles expériences touchant la pesanteur de l'air.

» Montesquieu à Madame de Pompadour :

Longtemps avant que Torricelli en fît mention, ce sujet (la pesanteur de l'air) avoit été traité par deux françois : d'abord par Jean Rey, médecin du Perigord, et par le jeune Pascal son émule. L'un et l'autre entretinrent Galilée de cette découverte, et ce ne fut que d'après ces deux scavans françois que Torricelli eut l'idée de traiter de cette matière.

» Plusieurs de ces Lettres, dont je multiplierais le nombre s'il était nécessaire, pourraient donner lieu dès ce moment à quelques observations ; de même que je comptais aussi puiser dans l'ouvrage de Savérien diverses remarques, concernant Pascal principalement. Je regrette que l'heure avancée de la séance m'oblige de terminer ici : je prie néanmoins l'Académie de me permettre de faire passer sous les yeux de nos confrères deux Manuscrits de Galilée fort importants, dont l'un est mentionné aujourd'hui dans la Lettre de Galilée, datée de Florence, 2 juillet, et l'autre l'a été dans

la Notice du Roi Louis XIV sur l'illustre Astronome, insérée dans le *Compte rendu* de notre séance du 29 mars.

» Le premier est l'appréciation par Galilée de l'œuvre de Copernic sur le *Système du Monde*, manuscrit de 40 pages, enrichi de deux annotations de Pascal et de Louis XIV.

» Le second est le *Traité des Méchaniques;* manuscrit de 97 pages in-4°, sur du papier très-fort. On y remarque les modifications ou rectifications qu'y a faites le P. Mersenne, et qui ne consistent toujours qu'en quelques mots ou locutions substitués à d'autres. Par exemple, au lieu de : *il faut faire la remarque*, le P. Mersenne écrit : il faut remarquer; au lieu de : *maintes choses,* beaucoup de choses; au lieu de : *il nous faut aussy*, il faut encore, etc. Ces petites modifications avaient été approuvées par Galilée; l'ouvrage imprimé en 1634 est donc bien son œuvre, écrite par lui en français. Galilée voulait par là témoigner son estime et sa reconnaissance pour les savants français; et si l'ouvrage a paru comme étant traduit de l'italien par le P. Mersenne, c'est que Galilée voulait ne pas accroître les jalousies et les persécutions qu'il éprouvait dans son pays. »

« **M. Le Verrier**, à la suite de la communication de M. Chasles, dit que la discussion se trouvant de nouveau reportée sur les pièces astronomiques attribuées à Pascal, il est difficile aux Membres de l'Académie de garder le silence.

» Les masses des planètes données par Newton, dans sa dernière édition du livre des *Principes*, auraient-elles réellement été empruntées à Pascal? Les arguments exposés devant les Académies étrangères et dans cette enceinte même ne semblent pas favorables à la thèse soutenue par notre éminent confrère M. Chasles.

» Dans le cas où l'Académie estimerait qu'il y aurait utilité à examiner de plus près si la détermination des masses des planètes est effectivement de Newton ou bien s'il faut en reporter l'honneur à Pascal, M. Le Verrier ne refuse pas d'exposer les raisons qui semblent trancher la question en faveur de Newton.

» M. Chasles se trouvera ainsi à même de s'en prendre à ce que les Astronomes considèrent, à tort ou à raison, comme une démonstration péremptoire; et, soit que cette démonstration paraisse concluante, soit que M. Chasles parvienne à la renverser, la lumière sera faite sur un point du débat. Il est bien entendu que M. Le Verrier limitera la discussion à l'exa-

men des masses des planètes et sans en vouloir tirer aucune conséquence à l'égard des manuscrits étrangers à l'Astronomie. »

M. Chasles prend la parole :

« Je suis heureux, dit-il, de l'intention qu'annonce M. Le Verrier de revenir sur la partie astronomique de la question qui avait déjà donné lieu à des objections de M. Duhamel d'abord, puis de M. R. Grant et de M. Le Verrier, et plus tard, de M. de Pontécoulant. J'appelle de tous mes vœux une discussion enfin sérieuse, et non plus fondée sur la seule autorité des biographies, comme la plupart de celles qui se sont produites et celle encore de ce jour, qui, suivant M. Breton, devait couronner l'œuvre et mettre un terme à la mystification trop longtemps prolongée. J'ai l'espoir que mes Documents résisteront, comme jusqu'à présent, même aux puissants efforts de mon éminent confrère, bien qu'il n'hésite pas à annoncer, dès ce moment, que sa conclusion, fondée sur l'ouvrage de Newton et les écrits de Cassini, aura toute l'évidence de la célèbre proposition de Pythagore. »

PALÉOETHNOLOGIE. — *Remarques sur le sens primitif du mot* Antas, *mot employé en certaines parties du Portugal pour désigner les dolmens; et sur l'indication qui semble en résulter relativement à la haute antiquité de ces monuments dans la péninsule ibérique.* Note de **M. Roulin**.

« Deux ouvrages sur les antiquités préhistoriques des parties les plus occidentales de l'Europe sont entrés dans le mois de janvier dernier à la Bibliothèque de l'Institut, après avoir été présentés l'un à l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres, l'autre à notre Académie. Le premier, dont l'auteur, D. Manuel de Gongora y Martinez, a voulu se renfermer dans les limites de l'Andalousie, qui lui offrait, il est vrai, un assez vaste champ d'exploration, se recommande, entre autres mérites, par de très-bonnes gravures des monuments décrits et par une carte qui indique exactement leur position et nous les montre répartis entre un certain nombre de petits groupes. Mon attention étant appelée sur le livre par ces utiles accessoires, je ne tardai pas à en prendre connaissance, et j'aurais mis certainement le même empressement à lire le second, dans lequel la partie portugaise de la Péninsule est étudiée au même point de vue; mais le jour où il fut présenté à l'Académie, je ne pouvais déjà assister à nos séances, et c'est tout récemment que, parcourant le *Bulletin bibliographique* correspondant à ce jour,

25 janvier, j'en ai trouvé le titre, indiquant encore suffisamment le sujet traité, quoique défiguré par une faute d'impression. L'altération, comme je ne tardai pas à le reconnaître, avait fait disparaître un mot vraiment caractéristique, le mot *Antas*, dont j'étais tout préparé à comprendre l'importance, ayant eu précédemment à m'en occuper pour un travail qui a été soumis en son temps à l'Académie.

» Avant d'entrer cependant dans aucun détail à ce sujet, je dois donner le titre du livre d'une manière complète : il est conçu dans les termes suivants :

« *Notions sur l'état préhistorique de la terre et de l'homme, suivies de la description de quelques Dolmens ou Antas du Portugal; par* F.-A. PEREIRA DA COSTA, *avec la traduction française par* M. DALHUNTY ; Lisbonne, 1868, in-4° (1). »

» C'est dans un Mémoire lu à l'Académie des Sciences le 9 février 1829 que j'ai exposé le résultat de ces recherches en tant qu'elles se rapportent à la synonymie du Tapir. Le mot *Anta* est, en effet, le nom que porte le plus souvent l'animal, au XVI^e siècle, dans les publications relatives à la colonisation de l'Amérique tropicale. Plus tard et jusque dans ce siècle, les naturalistes qui le trouvaient encore en usage dans les mêmes pays semblaient disposés à admettre qu'il était ce qu'est réellement son synonyme, notre mot Tapir (2), emprunté à l'idiome de quelqu'un des peuples vaincus. C'était une erreur; le nom avait été très-certainement introduit par les vainqueurs, quoique, à proprement parler, il n'appartienne point à leur langue ni à aucune de celles qui sont dérivées du latin. Plus d'un siècle avant les voyages de Colomb, les mots *Ante*, *Anta*, *Danta* avaient dans toute la Péninsule la double acception qu'a aujourd'hui chez nous le mot *Buffle*, c'est-à-dire qu'ils s'appliquaient à un cuir épais, préparé d'une façon parti-

---

(1) Ce n'est pas ce titre qu'on s'était proposé de reproduire au *Bulletin bibliographique*, mais un autre beaucoup plus bref qui figure sur la couverture du livre où il n'est point accompagné de la traduction française. Comme cependant c'est en français qu'est indiqué au *Bulletin* le sujet des livres étrangers présentés à la séance, on a dû, lorsqu'il a fallu traduire celui-ci, éprouver un certain embarras, tous les Dictionnaires portugais publiés avant 1831 ne donnant, pour le mot qui nous occupe, d'autre indication, si ce n'est qu'il désigne un animal américain. Le mot *Antas* étant d'ailleurs ici très-évidemment synonyme de dolmen, on l'aura probablement rendu par *pierres celtiques*, et par suite de quelque accident le qualificatif sera disparu laissant la phrase dénuée de sens.

(2) *Tapii erete Brasiliensibus*, *Lusitanis Anta*. Animal Quadrupes... *Marcqr. Hist. Bras.* Le mot *Anta* s'est conservé sans altération dans les pays de langue portugaise; dans ceux où l'on parle espagnol, la forme *Danta*, qui était dans le principe le plus rare, est aujourd'hui la seule en usage.

culière, et à l'animal dont la dépouille se prêtait le mieux à recevoir cet apprêt. Longtemps l'industrie employa presque exclusivement pour cet usage la peau d'un Ruminant propre aux pays du Nord, l'Élan (*Cervus Alces*); mais le produit manufacturé arrivait dans le Midi par le commerce avec l'Allemagne et les Pays-Bas, et c'est du nom qu'il portait dans les langues germaniques que s'était formé celui qu'il reçut en espagnol et en portugais : de l'allemand *Elendthier, Ellen, Elendt;* ou plutôt de l'ancien hollandais, *Allant, Eelandt;* on était arrivé à faire, en détachant des deux noms, la première syllabe, prise à tort pour un article, *Ante* et *Anta*, encore en usage l'un et l'autre, celui-ci au Brésil pour une espèce particulière de pachydermes, celui-là en Espagne pour tout cuir propre aux ouvrages de buffleterie.

» Avant que j'en fusse arrivé là cependant, et lorsque je cherchais encore dans le latin l'étymologie du nom, les lexiques m'avaient fourni le mot *Antæ*, terme d'architecture, qui, s'il n'avait rien à faire avec la nomenclature zoologique, devait, dans le cas présent, où il était question de monuments anciens, éveiller forcément mon attention; il était assez naturel en effet de supposer que le nom employé de temps immémorial par les habitants des campagnes, pour désigner les monuments décrits par M. Da Porta, remontait fort loin dans le passé et peut-être jusqu'à l'époque où les Romains vinrent s'établir en Espagne. La conjecture sans doute paraîtra hasardée; mais si l'on veut chercher une limite, on verra qu'il n'est guère possible de s'arrêter avant le temps où le latin était encore dans ce pays la langue commune.

» Que sont, en effet, les *Antes*, car le mot est passé en français? Ce sont, nous dit le Dictionnaire de l'Académie des Beaux-Arts, les piliers ou pilastres quadrangulaires qui, dans certains temples grecs et romains, terminent les murs latéraux de la *cella*. Il y a lieu de croire, est-il dit dans le même article, que, dans les plus anciens temples, un sommier en bois s'étendait d'un mur à l'autre de la *cella* et n'avait pas besoin d'autres soutiens que ceux qui lui étaient fournis à ses extrémités par les deux *Antes;* mais dès que la pierre remplaça le bois, l'architrave ne pouvant d'ordinaire être d'un seul morceau, on dut la soutenir par deux colonnes intermédiaires.

» Comme exemple de ces monuments, qui étaient encore nécessairement de dimensions modestes, je mets sous les yeux de l'Académie le petit temple de Thémis, à Rhamnus. Ce temple n'en est pas moins de ceux dits *in Antis*, chacune des deux *Antes* soutenant, pour sa part, une des deux pièces de l'architrave.

» Avant d'aller plus loin, nous remarquerons (on verra bientôt dans quelle intention) que Vitruve et les auteurs qui ont écrit en latin sur l'architecture n'emploient jamais le mot dont il s'agit qu'au pluriel; c'est donc un nom comme nous en avons plusieurs en français, tels que *ciseaux*, *pincettes*, *tenailles*, etc., tous s'appliquant à des choses qui nous offrent un système de deux pièces semblables et disposées symétriquement, comme les *Antes* de notre temple de Rhamnus.

» Pour les petits monuments funéraires où l'on imita la forme des temples, comme on leur donnait peu de largeur, il ne fut pas nécessaire, pour satisfaire l'œil par une apparence de solidité, de simuler d'autres supports que les piliers d'encoignure, et même, pour ménager l'espace, on fit ces *Antes* très-grêles, comme on peut le voir dans mon second dessin, représentant un édicule de ce genre, découvert, il y a peu d'années, dans des fouilles faites aux environs de l'église de la Trinité, à Athènes (1).

» Revenons maintenant de l'Attique à la péninsule celtibérienne, et rapprochons des deux figures que nous avons présentées pour montrer ce qu'étaient les *Antæ* dans les monuments anciens, deux autres où sont exprimées les formes rustiques de constructions incomparablement plus anciennes, mais qui ont résisté au temps et auxquelles reste encore attaché le nom d'*Antas*.

» D'un côté, nous avons les produits de l'art à sa plus belle époque, pour ainsi dire, de l'autre ceux d'un art tout primitif qui ne sait encore se manifester que par un déploiement de forces, à la vérité quelquefois très-surprenant. Cependant, si l'on veut ne pas s'arrêter aux détails, mais considérer surtout les grandes lignes, on verra qu'il existe entre les deux sortes d'édifices une ressemblance bien marquée et plus que suffisante à coup sûr pour justifier l'application d'un même nom aux parties qui se représentent mutuellement dans les deux systèmes. Ce point admis, le reste ne fait pas difficulté, puisque rien n'est plus commun que de transporter au tout le nom de la partie, ou réciproquement (2).

» Le mot *Antæ*, ai-je dit, était employé seulement au pluriel par les

---

(1) *Revue archéologique*, N. S., t. VIII, 2e semestre de 1863; *Pl. XIII*, p. 89.

(2) Quoique le nom d'*Antas* paraisse ne pas s'être conservé dans l'Espagne proprement dite, c'est à l'ouvrage sur l'Andalousie qu'ont été empruntées les deux figures mises sous les yeux de l'Académie; le type auquel appartient l'un et l'autre dolmen se retrouve également dans les deux pays, et les gravures de M. Manuel de Gongora étant la reproduction d'images photographiques m'offraient une garantie d'exactitude que je n'ai pas cru trouver au même degré dans les lithographies de M. Da Costa, dues au crayon d'un assez médiocre dessinateur.

auteurs latins, tandis qu'aujourd'hui, pour les écrivains portugais, le singulier *anta* désigne non pas, comme il eût semblé naturel, un des supports du dolmen, mais le dolmen tout entier. Au commencement du XVIII^e siècle cependant il n'en était pas ainsi, et M. Da Costa lui-même nous en fournit la preuve dans une des citations qu'il fait d'un travail antérieur au sien, et sur lequel il rappelle avec raison l'attention. Ce travail fait partie de la *Collection des Mémoires et Documents de l'Académie de l'histoire portugaise*, année 1733, 2^e volume, séance du 30 juillet.

» L'auteur, *Martinho de Mendoça de Pina*, s'était dit que, s'il parvenait à déterminer la langue à laquelle appartient le nom que conservent encore aujourd'hui dans son pays les dolmens, il arriverait ainsi à savoir à quelle famille de peuples se rattachent les hommes qui ont remué ces lourdes masses, et, jusqu'à un certain point, à connaître l'époque où ils étaient les tranquilles occupants du sol. Il est bien clair, d'après ce qui vient d'être dit, que la solution de la première question ne l'aurait en rien avancé pour celle des deux autres; mais pour cette première même il n'arriva point et ne pouvait arriver à rien de satisfaisant; préoccupé du souvenir de ces autels en pierres brutes, dont il est question en plusieurs passages de la Bible, ce fut toujours ce sens qu'il s'obstina à demander aux mots que lui fournirent diverses langues anciennes, dans lesquels on pouvait trouver quelque ressemblance avec celui dont il est question. Suivant lui, on n'avait pu s'imposer de si rudes travaux que sous l'influence d'une idée religieuse; or les *Antas*, disait-il, ne pouvaient être des temples, car à ces époques reculées on n'avait pas encore imaginé d'en élever à la Divinité (1); il n'y voulait pas voir non plus des tombeaux, sans donner pour cela de raisons bien valables.

» Dans cette excursion à travers des langues qui ne lui étaient pas toutes également bien connues, Mendoça avait rencontré le latin *antæ*, mais ne s'y était point arrêté, se confirmant dans sa première opinion sur la destination des monuments mégalithiques par celle qu'il avait trouvée chez quelques campagnards, qui affirmaient résolûment qu'aux temps passés ces

(1) Mendoça fait cependant une exception pour le monument de Stonehenge, dont il avait lu quelque chose dans Spelman : « Autant qu'on en peut juger, dit-il, quand on n'a pas le secours d'une figure, cet ensemble de pierre donne plutôt l'idée d'un temple que d'un autel. » D'ailleurs, ce reste des temps anciens lui paraît quelque chose de tout exceptionnel; et quant aux *Antas*, dans lesquels il est disposé à voir les constructions *les plus anciennes du monde*, il semble croire, et il le dit non sans quelque fierté, qu'il n'en existe qu'en Portugal; du moins, ajoute-t-il, n'en ai-je jamais vu en Italie, en France, en Allemagne, en Hongrie et en Castille.

Antas étaient bien des autels, la pierre en forme de table qui les couronne étant destinée à recevoir les prémices des fruits de la terre qu'on y offrait en holocauste. Mendoça crut trouver là une tradition transmise de père en fils, tandis que, probablement, c'était une notion toute récente reçue de quelque antiquaire qui avait visité avant lui les cantons abondants en dolmens, car nous verrons bientôt qu'il n'était pas le premier, ni même, comme il le croyait, le second qui en eût fait un objet d'étude.

» Quoique, dans ce cas, il se soit peut-être montré un peu crédule, Mendoça, dans tout son Mémoire, fait preuve d'une instruction étendue, variée, et de beaucoup de sagacité; il ne faut pas oublier d'ailleurs que, dans le sujet auquel il s'attaquait, bien des points n'étaient pas mûrs pour une solution, tandis que d'autres étaient ce qu'ils sont aujourd'hui, et seront peut-être toujours des problèmes insolubles. Je ne le suivrai pas dans cette discussion, et je me contenterai d'en reproduire le premier paragraphe, dans lequel il constate ce fait intéressant que le mot latin transmis sans altération sensible, dans un intervalle de deux mille ans, a conservé ce caractère particulier d'exprimer encore par le nombre pluriel un objet unique. Voici en quels termes s'exprime notre auteur :

« Le mot ANTA, ou ANTAS au pluriel, *comme on a coutume de dire dans la* » *province de Beira*, paraît propre à l'ancienne langue portugaise, puisqu'on » ne lui trouve de connexion avec aucun mot de la langue qui se parle » actuellement chez nous ou de celle qui se parle chez nos voisins.... Il » entre dans la composition de divers noms de bourgs et villages existant » depuis nombre de siècles, comme *Antas de Penalva*, *Antas de Penedono*, » et il entre de même, par suite, dans plusieurs noms de familles..... Nous » allons donc nous occuper de chercher sa signification primitive en usant » de cette liberté qu'on a droit de réclamer dans les recherches étymo- » logiques.... »

» En terminant son Mémoire, Mendoça déclare qu'il ne le croit pas prêt pour la publication, étant nécessairement fort incomplet parce qu'il a manqué d'une partie des livres qui lui auraient été nécessaires, et surtout parce qu'il n'a pas eu assez d'observations bien faites sur les Antas encore existants, dont il n'a pu lui-même visiter qu'un nombre très-restreint.

» Dès cette époque cependant les observateurs n'avaient pas manqué, comme en fait foi le procès-verbal de la séance du 1er avril 1734, dans lequel on lit que le P. *Guerreiro* tient à la disposition de M. Mendoça une collection de Notices relatives à 315 Antas dont l'existence en Portugal a été constatée. Que sont devenues ces Notices, qui auraient aujourd'hui d'autant plus d'in-

térêt que plusieurs des monuments auxquels elles se rapportent ont été certainement détruits depuis lors? M. Da Costa n'a pu l'apprendre.

» Quoi qu'il en soit, nous voyons ici le mot *Anta* ou *Antas*, qui longtemps sans doute n'avait été connu que des habitants des campagnes, occupant une place honorable dans les Recueils académiques; cependant, si l'on ouvre le Dictionnaire de l'Académie de Lisbonne, édition de 1793, le mot n'y figure que comme désignant un animal américain, le Tapir; dans le Dictionnaire de l'Académie française, édition de 1835, le mot Dolmen manque également; on le trouve dans le Dictionnaire de M. Littré avec l'étymologie suivante, qui est incontestable : « ÉTYM. Gaél. tolmen, » table de pierre, de *tol*, table, et *men*, pierre. »

» Les deux synonymes qui nous offrent ainsi l'exemple d'une semblable métonymie doivent, l'un comme l'autre, servir à prouver que lorsque les Romains pénétrèrent dans la péninsule celtibérienne, et plus tard dans la péninsule armoricaine, les peuples qu'ils y trouvèrent ne pouvaient rien leur apprendre sur l'histoire de ces étranges monuments. Si les indigènes en avaient connu la véritable destination, leurs vainqueurs l'auraient bientôt apprise d'eux, et ils y auraient fait au moins allusion dans le nouveau nom qu'ils leur donnèrent, au lieu de se contenter de rappeler une lointaine ressemblance avec les petits temples de leurs pays.

» Il se peut que le nom d'*Antæ* ait été aussi introduit dans la Gaule; mais on conçoit qu'il ne se soit pas naturalisé en Armorique, où il n'y a pas eu à proprement parler de population gallo-romaine. Quant au mot *dolmen*, nous ignorons s'il avait déjà cours parmi les habitants, mais ce que nous pouvons dire, c'est que les hommes qui ont assimilé ces rudes monuments à des *tables*, de même que ceux qui les ont comparés à des *chapelles*, ne les avaient jamais vus que parfaitement dégagés de la terre qui les avait primitivement recouverts et protégés. Entre la population qui avait préparé ces tombeaux et celle qui n'en trouvait plus que l'ossature, il en était passé une autre à laquelle il faut attribuer la violation de la demeure des morts.

» On s'explique l'intérêt qu'elle avait à faire ces fouilles, qui ne laissaient pas que d'être très-pénibles, mais qui étaient d'ordinaire suffisamment récompensées. Les premiers qui pénétraient dans ces demeures souterraines étaient presque certains d'y trouver un certain nombre d'armes et instruments en pierre, souvent fabriqués avec des roches d'origine étrangère et de qualité supérieure. Or, en plusieurs pays, ce n'était pas seulement à l'intérieur, dans la chambre où avaient été ensevelis de grands personnages, qu'on pouvait espérer une récolte fructueuse : souvent dans la terre meuble

dont se composait le tumulus extérieur, des gens de moindre note avaient été inhumés, et pour y trouver des pointes de flèches, il ne fallait laisser en place rien de ce qui avait été précédemment accumulé autour du monument; il fallait en quelque sorte cribler les déblais! »

L'Académie reçoit un exemplaire de l'ouvrage de *M. Agassiz:* « De l'espèce et de la classification en zoologie », traduit de l'anglais par *M. F. Vogeli.* Cette édition a été revue et augmentée par l'auteur.

RAPPORTS.

ASTRONOMIE. — *Rapport sur le grand Atlas céleste et sur un nouvel Oculaire destiné à la construction des Cartes célestes, par* M. Ch. Dien.

(Commissaires : MM. Mathieu, Delaunay, Laugier rapporteur.)

« Les premières Cartes célestes remontent certainement à plus de deux siècles; elles ne se composaient naturellement alors que des étoiles visibles à l'œil nu, et avaient surtout pour objet de faciliter aux Astronomes la connaissance des constellations. Parmi les plus anciens ouvrages de ce genre, nous devons citer l'*Uranométrie* de Bayer publiée en 1603 et le *Firmamentum sobiescianum* d'Hevelius, composé de 54 feuilles qui parurent en 1690 à Dantzick. Mais le plus complet a été publié en Angleterre en 1729; il renferme toutes les étoiles cataloguées par Flamsteed jusqu'à la 6^e grandeur inclusivement, et porte le nom d'Atlas de Flamsteed.

» Plus tard, vers la fin du siècle dernier, Bode publia son important Atlas, d'un format plus grand que celui de Flamsteed et beaucoup plus complet. Vint ensuite l'Atlas d'Harding, dont la construction est bien différente de celle des ouvrages précédents. Il ne contient pas comme eux les figures gravées des personnages ou animaux de la Fable dont l'antiquité avait peuplé le firmament. On y voit seulement les quadrilatères, formés par les intersections réciproques des parallèles et des cercles horaires, dans l'intérieur desquels sont placées les étoiles jusqu'à la 10^e grandeur, suivant leurs ascensions droites et leurs déclinaisons. Cette forme, d'un caractère plus simple, a été adoptée successivement par les divers auteurs modernes.

» Les travaux uranographiques de M. Dien datent de 1828. Il a pu-

blié plusieurs Atlas qui ont attiré l'attention des Astronomes ; l'un d'eux, intitulé *Atlas des phénomènes célestes*, a été l'objet d'un article de M. Biot, inséré dans le *Journal des Savants;* le plan conçu par l'auteur facilite singulièrement l'étude des phénomènes célestes. M. Dien a tracé pour chaque année le cours apparent des planètes sur des Cartes où il a marqué toutes les étoiles comprises dans le grand Atlas de Bode ainsi que dans le Catalogue général de Piazzi. Avec ce secours, les Astronomes de profession, les Navigateurs et les Amateurs d'Astronomie peuvent reconnaître au simple aspect la position apparente de chaque planète pour chaque jour donné; savoir, sans travail, le lieu où elle se trouve parmi les étoiles; si elle est actuellement visible ou invisible; si elle est en opposition ou en conjonction avec le Soleil; et enfin quelles étoiles elle peut occulter dans le cours de l'année. Tous ces détails sont même indiqués par certains signes spéciaux qui facilitent la recherche des époques auxquelles ils se produisent, en les rendant, pour ainsi dire, sensibles aux yeux. M. Dien a marqué en outre les étoiles que la Lune doit occulter dans l'année à laquelle les Cartes s'appliquent, et il a indiqué aussi l'époque où le phénomène aura lieu; de sorte que rien ne manque pour se préparer à l'observer.

» Les Cartes sont d'ailleurs précédées par vingt-huit pages de texte ou plutôt de Tables où l'on trouve les annonces datées de tous les phénomènes astronomiques qui doivent spécialement attirer l'attention des observateurs dans le cours de chaque mois; de sorte que le tout ensemble forme, pour ainsi dire, un équivalent graphique des éphémérides astronomiques. L'exécution des planches est telle qu'on pouvait l'attendre de l'habileté connue de M. Dien pour confectionner les Cartes célestes. Le plan de cet ouvrage utile a été imité dans un certain nombre de Recueils périodiques.

» M. Dien a, en outre, publié un Atlas de grand format composé de vingt-cinq Cartes. Ce bel ouvrage, qui fait l'objet du présent Rapport, contient plus de cent mille étoiles, empruntées, pour le ciel boréal, aux Catalogues de Lalande, de Piazzi, de Groombridge, d'Argelander, etc.; et pour les constellations du ciel austral, aux Catalogues de Lacaille, de Brisbane, de Taylor, etc. En puisant dans cette riche collection, M. Dien s'est arrêté aux étoiles de la 10^e grandeur. Le genre de gravure adopté et la perfection du travail ont permis de placer sur ces Cartes un nombre très-considérable d'étoiles sans nuire à la netteté de l'aspect général de la Carte; il serait même facile d'en ajouter encore davantage si cela était nécessaire. Les étoiles sont gravées en caractères différents suivant leur gran-

deur ou leur intensité, et l'ordre des grandeurs a été l'objet, de la part de M. Dien, d'une étude attentive. Pour les étoiles de 1re à 7e grandeur, il a adopté la classification d'Argelander; mais pour les autres étoiles il a dû souvent avoir recours à l'observation directe du ciel. Ce travail considérable a été complété en dernier lieu par l'addition de plusieurs milliers de nébuleuses empruntées aux Catalogues de William et de J. Herschel, et d'un très-grand nombre d'étoiles doubles et variables, etc. En un mot, tout ce que le ciel renferme d'intéressant pour l'observation se trouve fidèlement reproduit dans ce grand Atlas de M. Dien.

» Désirant mettre la dernière main à son œuvre, M. Dien, sur l'invitation de M. William Struve, se proposait de publier à la suite de cet ouvrage des Cartes spéciales donnant l'exacte représentation de certains amas d'étoiles. On sait qu'il existe dans quelques parties du ciel des agglomérations si considérables qu'il serait impossible de compter en détail et avec exactitude le nombre total d'étoiles qui les composent; mais on a pu arriver à des limites. Ainsi, en appréciant l'espacement angulaire des étoiles situées près des bords, c'est-à-dire dans la région où elles ne se projettent pas les unes sur les autres, et en le comparant avec le diamètre total de l'amas globulaire, on s'est assuré qu'un amas dont l'étendue superficielle est égale au dixième de celle du disque lunaire ne renferme pas moins de vingt mille étoiles! Ce n'est pas, on le comprend, de tels objets que M. Dien voulait représenter, mais il avait en vue certains amas remarquables comme ceux qui sont situés dans les constellations d'Orion, du Cancer ou du Taureau, et qui ont été étudiés par les Astronomes les plus illustres. Pour cette étude, M. Dien avait construit un appareil d'une espèce particulière dont nous allons essayer de donner une idée.

» Cet appareil n'est autre que le tuyau porte-oculaire que l'on introduit dans le corps de la lunette; M. Dien y a adapté latéralement, sur la partie la plus rapprochée de l'observateur et entièrement en dehors de la lunette, une petite planche en cuivre percée d'une ouverture rectangulaire. C'est devant cette ouverture qu'est fixée à demeure la feuille de papier destinée à recevoir la carte de l'amas d'étoiles qu'on étudie. Sur cette planche en cuivre sont vissées des pièces ou mâchoires, dans lesquelles se meut (du nord au sud par exemple) un premier système de crémaillères. Perpendiculairement à ce premier système, est adapté un second système tout semblable et conséquemment mobile de l'est à l'ouest ou inversement. Les deux mouvements perpendiculaires peuvent être à volonté ou indépendants ou simultanés. Les crémaillères du second système portent, à l'une des

extrémités, une petite aiguille dirigée perpendiculairement à la feuille de papier dont nous venons de parler, et à l'extrémité opposée, un index que l'on amène dans le plan focal de la lunette, au moment de l'observation. L'observateur en tournant certains boutons fixés aux axes des pignons des crémaillères, fait parcourir d'un mouvement égal et parallèle :

» A l'extrémité de l'aiguille, le plan de la feuille de papier;

» A l'index, le plan focal.

» On comprendra sans plus de détails que cet appareil, adapté à une lunette équatoriale, mise en mouvement par une horloge réglée sur le temps sidéral, permettra de construire la Carte d'un amas d'étoiles. Pour cela, l'observateur choisira dans l'amas une étoile remarquable, il placera l'index sur cette étoile; puis, appuyant sur une détente, il enfoncera l'extrémité de l'aiguille dans la feuille de papier, ce qui donnera un premier point. Plaçant ensuite l'index sur une seconde étoile de l'amas et appuyant encore sur la détente, il obtiendra un second point. Ce point sera, relativement au premier, dans la même position que les deux étoiles l'une par rapport à l'autre. On obtiendra par une série d'opérations identiques la Carte exacte de l'amas d'étoiles.

» Par suite du mauvais état de sa santé, M. Dien a dû renoncer aujourd'hui à se servir de cet appareil à la fois simple et ingénieux; espérons que d'autres pourront mettre à exécution son important projet. Les conditions dynamiques propres à assurer la conservation indéfinie des amas les plus riches en étoiles ne semblent pas faciles à établir et la constatation expérimentale des changements qui surviendraient avec le temps dans les distances apparentes réciproques de ces étoiles ne peut manquer d'intéresser vivement les Astronomes. Quoi qu'il en soit, le nom de M. Dien ne devra pas être oublié de ceux qui s'occuperont de ces grandes questions de la constitution des amas stellaires.

» Le travail de M. Dien, par sa nature même, ne se prête pas à l'insertion dans le *Recueil des Savants étrangers;* mais la Commission propose à l'Académie d'accorder sa haute approbation à l'*Atlas céleste* et à l'appareil destiné à la construction des Cartes des amas stellaires, soumis l'un et l'autre à son jugement. »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Essai sur la théorie des ondes liquides périodiques.* Mémoire de **M. J. Boussinesq.** (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Delaunay, O. Bonnet, Jamin.)

« Je considère un liquide pesant homogène en repos, limité inférieurement par un fond horizontal supportant à sa partie supérieure une pression constante, et indéfini latéralement. Je suppose que les molécules de ce liquide comprises dans un assez petit espace viennent à exécuter des mouvements périodiques. Ces mouvements se propageront tout autour, et, au bout d'un certain temps, pendant lequel disparaîtront les effets dus aux circonstances initiales, tout le milieu sera soumis à des vibrations de même période. Je cherche d'abord les lois de ces vibrations, en me bornant aux points situés à une distance de l'ébranlement suffisante pour que les mouvements y soient très-petits et bien continus.

» Je commence par donner les équations générales des mouvements continus d'un milieu quelconque, et celles qui régissent les petites agitations périodiques des liquides. Je traite ensuite la question proposée qui conduit aux lois suivantes :

» 1° Chaque molécule décrit, autour de sa position d'équilibre, une ellipse dont la forme est déterminée par la profondeur à laquelle se trouve la molécule ; cette ellipse, située dans le plan vertical qui passe par le centre des ébranlements, a de plus son grand axe horizontal, et une distance focale constante pour toutes les molécules situées sur une même verticale ; infiniment aplatie pour celles du fond, elle est sensiblement circulaire à la surface, pourvu que les vibrations ne soient pas trop lentes; enfin, elle est décrite dans un sens tel que la molécule, en parcourant la moitié supérieure de sa trajectoire, s'éloigne du centre des ébranlements, tandis qu'elle s'en rapproche en parcourant l'autre moitié.

» 2° Les surfaces des ondes, c'est-à-dire les lieux géométriques des points où les molécules se trouvent à la fois à une même phase de leur vibration, sont à très-peu près des cylindres circulaires, qui ont pour axe commun la verticale du centre des ébranlements, et dont le rayon grandit avec le temps : la rapidité de cet accroissement, c'est-à-dire la vitesse de propagation des ondes, est sensiblement constante dès que le rayon contient un grand nombre de fois la longueur d'onde; elle est d'ailleurs très-différente,

pour peu que les vibrations soient rapides, de la vitesse de propagation d'une onde isolée.

» 3° Enfin, pour toutes les molécules situées sur un même plan horizontal, l'amplitude des mouvements varie arbitrairement d'un rayon émané de l'axe aux rayons voisins, tandis que, sur un même rayon, elle est en raison inverse de la racine carrée de la distance à l'axe.

» J'étudie ensuite le cas où les ébranlements, au lieu d'être produits dans un petit espace, le sont sur tout un cylindre de forme quelconque, à génératrices verticales, et je fais voir que le mouvement général est alors équivalent à la superposition d'une infinité d'ondes circulaires, qui auraient pour axes les génératrices d'un cylindre très-voisin du proposé. J'applique cette théorie au cas où des ondes périodiques émanées d'un point rencontrent un obstacle assez large pour en intercepter une partie notable; ces ondes, en se propageant au delà, pénètrent à peine dans la région protégée par l'obstacle; mais elles produisent, un peu en dehors de cette région, des rides hyperboliques très-allongées, analogues aux franges que donne un écran en interceptant une partie des rayons émanés d'un point lumineux. Les lois principales de ces phénomènes résultent d'une étude analytique des intégrales définies de la diffraction, dans laquelle je n'emprunte rien aux diverses méthodes d'approximation usitées pour leur calcul numérique. »

HYDRAULIQUE. — *Sur quelques modèles de machines hydrauliques qui fonctionnent actuellement à la salle Gerson.* Note de **M. de Caligny**.

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

« La petite concession d'eau de la Ville à la salle Gerson est suffisante pour faire marcher jour et nuit un modèle de mon appareil à élever de l'eau au moyen d'une chute motrice, que j'ai appelé appareil à *tube oscillant*.

» Ce système diffère seulement de celui que j'ai déjà décrit, par la suppression d'un balancier à contre-poids, auquel j'ai substitué un flotteur annulaire attaché à l'extrémité inférieure du tube d'ascension oscillant, qui est la *seule pièce mobile*. Le tuyau de conduite de ce modèle n'a que 5 centimètres de diamètre intérieur. Pour ces petites dimensions, les ajustages sont bien plus faciles quand on supprime ainsi le balancier, que je conserve pour les grandes dimensions.

» Il y a une multitude de petits cours d'eau qu'on n'avait aucun moyen assez rustique d'utiliser. Il était donc utile de montrer que cela pouvait se

faire d'une manière aussi simple. Il est d'ailleurs intéressant pour la pratique de remarquer qu'il n'est pas nécessaire, en général, que ce tube soit guidé dans la petite partie qui est plongée; de sorte qu'il n'y a réellement aucune cause d'engorgement par les vases, les herbes et même les menus corps flottants, pourvu qu'ils n'obstruent pas les passages annulaires qui doivent rester libres.

» On peut constater, dans la cour de la salle Gerson, où ce modèle a fonctionné en présence de beaucoup de monde, qu'il peut marcher jour et nuit sans s'arrêter, étant abandonné à lui-même. Le niveau d'amont peut varier beaucoup sans qu'il s'arrête; mais il faut un trop-plein, parce que, si le niveau d'amont s'élevait pour chaque circonstance donnée au delà d'une certaine hauteur, il ne se produirait pas une oscillation en retour suffisante à la marche automatique de ce système, pour la forme de ce modèle.

» Mon système d'écluse de navigation, qui a été l'objet d'un Rapport favorable à l'Académie des Sciences, le 18 janvier dernier (1), n'était pas établi encore sur le canal latéral à la Loire, lorsque j'ai construit le modèle d'écluse exposé à la Sorbonne, et qui avait seulement pour but de montrer la marche générale de ce système. Si j'en dis ici quelques mots, c'est à cause d'une propriété nouvelle des grandes oscillations initiales et finales, décrites dans le Rapport précité, et que j'avais présentées d'abord seulement comme un moyen d'augmenter l'épargne de l'eau.

» Les dénivellations considérables qu'elles occasionnent dans l'écluse, avant la mise en jeu de l'appareil, permettront d'obtenir une marche automatique plus tôt qu'on ne l'avait espéré. En effet, la difficulté d'obtenir une marche automatique pour ce système d'écluse vient principalement de la nécessité de produire des oscillations en retour d'une amplitude suffisante. Il semblait donc que, pour la première période, on ne pouvait espérer une marche automatique; tandis que, si une grande oscillation occasionne une dénivellation suffisante, il n'est pas impossible que cela seul mette l'appareil en train. Cela simplifie du moins beaucoup l'état de la question, pour le cas où l'on tiendrait sérieusement à une marche automatique, la manœuvre actuelle pouvant d'ailleurs être encore perfectionnée de plusieurs manières (2).

(1) Ce Rapport a été reproduit dans les *Annales des Ponts et Chaussées*, cahier de mars 1869, à cause, y est-il dit, de « l'intérêt de ce document pour l'avenir de la navigation intérieure. »

(2) Les anciennes portes de l'écluse de l'Aubois ne pouvant être changées que pendant

» J'ai fait fonctionner, dans la cour de la salle Gerson, une des formes de l'appareil à faire des épuisements, au moyen d'une force aussi irrégulière que celle des vagues, que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie, le 1er mars dernier.

» J'ai fait fonctionner, dans la même cour, un modèle de ma pompe aspirante, sans piston ni soupape, pour l'élévation des liquides imparfaits, tels que les purins de fumiers (*Comptes rendus*, t. XXXIV, p. 19). J'ajouterai que ce modèle est disposé d'une manière spéciale pour une application qui a été signalée en Amérique. L'extrémité supérieure de cette espèce de tube conique oscillant peut, en effet, être disposée de manière à produire des jets d'eau alternatifs pour l'arrosage des arbustes. »

ASTRONOMIE. — *Du système cométaire.* Mémoire de **M. H. Bionne.** (Extrait.)

(Renvoi à la Section d'Astronomie.)

« ..... Pour nous résumer, les comètes décriraient des spirales ayant pour origine les nébuleuses et pour point terminal le Soleil, chaque spire pouvant être sensiblement considérée comme une ellipse, et l'écartement des spires varierait en raison directe de la marche approchante vers le point final, le Soleil. Formés au sein des nébuleuses de matières incandescentes, ces corps seraient les régulateurs du grand mouvement des corps célestes, les agents de cette vaste transformation du travail calorifique en travail mécanique, et viendraient à la fin de leur course se perdre dans l'atmosphère solaire, qu'ils iraient ainsi alimenter. Analogie frappante entre le jeu de nos machines à vapeur, entre ce qui se passe dans notre organisation et dans la nature entière à chaque instant, et les actions de ces mondes lointains et immenses qui peuplent l'univers. »

M. Plasse soumet au jugement de l'Académie un Mémoire portant pour titre : « Du parasitisme épidémique ».

(Renvoi à la Section d'Économie rurale.)

M. Poznanski soumet au jugement de l'Académie deux appareils de son invention, auxquels il donne les noms de *vélocigraphe* et de *sphygmomètre*. Dans ces appareils, l'auteur a cherché à neutraliser l'action exercée par les

---

le chômage du canal, on n'a pas encore essayé une manœuvre ayant pour objet de faire ouvrir d'elles-mêmes ces portes et d'imprimer de la vitesse au bateau sortant.

parois des tubes sur les liquides qu'ils contiennent, au moyen d'une tige centrale : il a mis également à profit des organes présentant une disposition particulière, qu'il appelle « soupape élastique et piston élastique ».

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

M. E. Uytterhoeven adresse de Bruxelles un calcul vésical monstrueux, extrait par son père, feu le docteur A. Uytterhoeven, qui avait manifesté le désir que ce calcul fût envoyé à l'Académie, et déposé ensuite au Musée Dupuytren.

(Renvoi à la Section de Médecine et de Chirurgie.)

Un auteur dont le nom est contenu dans un pli cacheté, avec cette épigraphe : « Il y a peut-être quelque avantage à présenter la théorie de la Lune comme une application des formules générales du problème des trois corps », adresse un Mémoire destiné au concours du grand prix des Sciences mathématiques pour 1869.

(Renvoi à la future Commission.)

CORRESPONDANCE.

ACOUSTIQUE. — *Vibrations d'une masse d'air renfermée dans une enveloppe biconique.* Note de **M. E. Gripon**, présentée par M. Jamin.

« On n'a qu'un bien petit nombre d'expériences sur les vibrations de l'air, lorsque la forme de l'enveloppe s'éloigne de celle d'un cylindre ou d'un cône. On connaît seulement la loi de Mersenne, retrouvée par Savart : lorsque les masses d'air sont de formes géométriquement semblables, les nombres de vibrations sont en raison inverse des dimensions homologues.

» J'ai étudié les vibrations d'une masse d'air renfermée dans une enveloppe biconique. Elle est formée de deux cônes égaux, qui se raccordent par leur base : l'un des cônes, l'inférieur, est complet; l'autre, qui le recouvre, est tronqué à son sommet sur une étendue plus ou moins grande. La petite base de ce tronc de cône forme l'embouchure du tuyau. On fait résonner la masse d'air qu'il renferme, en dirigeant un courant d'air, au travers d'une fente étroite, sur les bords du tuyau, ou sur une lame métallique assez étroite et posée à plat sur le tuyau. Elle représente le biseau de

l'embouchure. En modifiant convenablement la largeur de la fente, sa distance au biseau, la pression de l'air, on obtient des sons très-purs, exempts d'harmoniques, de sifflements, et souvent fort intenses.

» On peut tirer de chaque tuyau, non pas un son grave unique, mais une série de sons compris entre certaines limites, de hauteurs d'autant plus étendues que l'orifice du tuyau est plus large. On choisit le son le plus pur, exempt de sifflements et obtenu en obstruant le moins possible l'embouchure du tuyau à l'aide du porte-vent et du biseau.

» Les expériences ont été faites avec des tuyaux de carton ou de fer-blanc, ayant des longueurs comprises entre $0^m,10$ et $0^m,60$. Les angles de la génératrice et de l'axe du cône ont varié de 5 à 60 degrés.

» Lorsqu'on prend des tuyaux de même angle, mais de dimensions différentes, si l'on établit dans tous ces tuyaux un rapport constant entre le diamètre de l'orifice et celui de la base commune aux deux cônes, les nombres de vibrations sont en raison inverse des longueurs des tuyaux. C'est, au fond, la loi de Mersenne; elle se vérifie dans les mêmes limites que les lois des tuyaux cylindriques. On peut presque toujours la vérifier en modifiant convenablement l'embouchure des deux tuyaux; mais on a alors un des sons qui est moins pur que l'autre.

» Tant que l'angle ne dépasse pas 15 degrés, le son rendu par le tuyau est sensiblement indépendant de l'angle du cône, et des masses d'air fort différentes peuvent être amenées à rendre le même son, en réglant convenablement les embouchures. En général cependant le son devient d'autant plus grave que l'angle du tuyau est plus grand. C'est ce qu'on a vérifié avec des tuyaux de $0^m,60$ de longueur. Les angles étaient 5, 10, et 15 degrés; les masses d'air vibrantes, 1, 4, 9. Les orifices étaient placés au huitième, au quart, à la moitié de l'axe du cône supérieur. Si l'on prend les orifices plus larges, les différences de sons qui existent entre ces tuyaux s'accentuent de plus en plus.

» Le résultat précédent ne s'observe plus lorsque l'angle du tuyau dépasse 15 degrés. J'ai opéré avec des tuyaux de 22°,15, de 30, de 45, de 60 degrés. A égalité de longueur, le son est d'autant plus grave que l'angle est plus grand.

» Peut-être, si l'on traitait théoriquement la question, trouverait-on que, pour tous les tuyaux, le son doit être indépendant de l'angle. C'est ce que la théorie indique pour les tuyaux coniques, mais ce que l'expérience ne confirme pas, lorsque l'angle du cône est assez grand. J'ai fait un grand nombre d'expériences sur des tuyaux ayant la forme d'un cône complet,

ouvert à la base. Les sons qu'ils rendent sont bien plus graves que les sons théoriques, et, plus l'angle est grand, plus le désaccord est considérable.

» Avec des tuyaux ayant la forme d'un tronc de cône, bouché à la base la plus large, l'influence de l'angle du cône est encore plus considérable. Le son obtenu est plus grave, de près d'une octave, avec des tuyaux courts d'angle de 60 degrés. Je me réserve de continuer mes expériences sur les tuyaux coniques.

» Pour résumer toutes mes expériences sur les tuyaux biconiques, j'ai établi une formule empirique, dans laquelle entrent trois quantités : le produit nl du nombre des vibrations par la longueur du tuyau, l'angle a du cône, le rapport $\frac{r}{R}$ du rayon de l'embouchure à celui de la base du cône. La formule

$$nl = 30,5 \cos a + \frac{284}{3 \sin a + 2 \cos a} \times \frac{r}{R}$$

représente fidèlement toutes mes observations

» Elle m'a permis de déterminer *à priori* la dimension de tuyaux biconiques d'angle donné, capables de rendre un son d'une hauteur déterminée à l'avance.

» Ces tuyaux peuvent être employés avec avantage comme des résonnateurs, car les harmoniques qu'ils rendent sont toujours fort aigus, et très-éloignés du son fondamental. Ces harmoniques ne sont pas, du reste, en rapport simple de vibrations avec ce dernier son. »

PHYSIQUE. — *Sur la polarisation de la lumière bleue de l'eau.* Note de **M. J.-L. Soret.**

« J'ai été conduit, à propos d'autres recherches, à m'occuper d'une question que l'on a souvent discutée, celle de savoir si la coloration bleue de l'eau est due au liquide lui-même, ou à des particules solides en suspension. Une récente publication de M. Tyndall sur la polarisation de la lumière du ciel, et ses belles expériences sur les propriétés optiques des substances à l'état de nuage, m'ont suggéré l'idée que, si la teinte bleue de l'eau est produite, au moins partiellement, par des particules solides en suspension, cette coloration doit être accompagnée de phénomènes de polarisation comparables à ceux qui caractérisent la lumière du ciel. C'est, en effet, ce que j'ai observé sur l'eau du lac de Genève, dont la belle cou-

leur est bien connue, et, sans vouloir tirer de là une conclusion absolue, il me paraît que cette analogie entre la lumière du ciel et celle de l'eau présente quelque intérêt.

» L'appareil dont je me suis servi pour constater ce fait se compose simplement d'une sorte de lunette dont l'*objectif* est formé d'une lame de verre à faces parallèles, qui ferme hermétiquement le tube de la lunette de manière qu'on puisse en plonger l'extrémité dans l'eau, sans que celle-ci pénètre dans l'intérieur. L'*oculaire* est formé d'un prisme de Nicol. On comprend qu'en introduisant dans l'eau l'extrémité objective de la lunette, l'œil placé à l'autre extrémité reçoit la lumière bleue émise par l'eau, et qu'en faisant tourner le prisme de Nicol, on peut analyser cette lumière et reconnaître si elle est polarisée.

» Les rayons solaires tombant sur la surface de l'eau y pénètrent en restant parallèles les uns aux autres, si du moins la surface de séparation des deux milieux est parfaitement plane, c'est-à-dire si le temps est complétement calme. Donc, si, en se plaçant dans un bateau, on dirige l'axe de la lunette perpendiculairement à la direction de ces rayons réfractés, on se trouve dans des conditions analogues à celles où l'on observe le maximum de polarisation de la lumière du ciel, c'est-à-dire quand on le regarde à angle droit du soleil.

» En opérant de cette manière, dans un endroit où la profondeur du lac était suffisante pour que l'on ne pût pas voir le fond, j'ai reconnu une polarisation bien marquée. Le plan de polarisation passe par l'axe de la lunette et le soleil.

» En écartant de plus en plus la lunette de la direction perpendiculaire aux rayons solaires, la polarisation devient de moins en moins prononcée, et ne tarde pas à disparaître complétement. Toutefois, je n'ai pu déterminer jusqu'ici si c'est lorsque l'axe de la lunette et les rayons solaires font ensemble un angle de 90 degrés exactement, que le maximum de polarisation se manifeste.

» Il est facile de comprendre que le phénomène est ici plus complexe que pour la lumière du ciel.

» En premier lieu, il est évident que, si la surface de l'eau est agitée, les rayons solaires, après leur réfraction, ne sont pas parallèles; par conséquent, le phénomène sera d'autant moins marqué que l'eau sera moins calme. C'est, en effet, ce que j'ai remarqué. La première fois que j'ai essayé mon appareil, le vent étant assez fort, je n'ai pas vu de polarisation sensible, ce qui tenait peut-être aussi à ce que, dans les jours précédents, le vent

du nord avait violemment soufflé et que, par suite, l'eau était un peu trouble. Dans deux autres jours d'observation, le lac étant très-peu agité, la polarisation était bien marquée. Enfin, un jour de calme presque parfait, elle était aussi franche que celle du ciel, qui, il est vrai, n'était pas très-bleu à ce moment.

» En second lieu, les rayons solaires qui ont pénétré dans l'eau sont partiellement polarisés par réfraction, et il est facile de voir que, quand l'axe de la lunette est dans le plan vertical passant par le soleil, c'est-à-dire dans la position la plus commode pour l'observation, les rayons déjà polarisés par réfraction doivent être éteints au lieu d'être renvoyés par l'eau (1).

» Enfin la lumière solaire directe n'est pas la seule qui arrive dans l'eau : il s'y joint de la lumière diffuse, qui provient de toutes les directions, et qui doit donner lieu, lorsqu'elle est renvoyée par l'eau, à une infinité de rayons polarisés dans des plans différents. Par un temps couvert, je n'ai pas obtenu de traces de polarisation.

» J'espère pouvoir compléter ces observations, soit par l'emploi d'une lumière artificielle, soit en les étendant à d'autres eaux que celles du lac Léman. »

CHIMIE. — *Note sur la décomposition des sels de sesquioxyde de fer;* *par* **M. H. Debray.**

« Lorsqu'on chauffe une dissolution de chlorure neutre de sesquioxyde de fer, tellement étendue que sa coloration soit à peine sensible, on voit, à partir de 27 degrés, la liqueur se colorer fortement et prendre la teinte caractéristique des chlorures basiques de sesquioxyde de fer. Cette transformation n'est pas due au dégagement d'une certaine quantité d'acide chlorhydrique, puisqu'on l'effectue en vases clos et qu'après le refroidissement la liqueur conserve, avec sa réaction acide primitive, la couleur que la chaleur lui a communiquée.

» Les propriétés chimiques du sel de fer sont profondément modifiées : tandis que la liqueur primitive donnait avec le cyanure jaune un précipité intense de bleu de Prusse, la dissolution colorée ne produit plus avec le même réactif qu'un précipité bleu-verdâtre assez pâle, et les dissolutions salines de sel marin, par exemple, sans action sur le chlorure ordinaire, donnent dans le chlorure modifié un précipité gélatineux de sesquioxyde

(1) Comme dans l'expérience de M. Tyndall, où un nuage bleu est éclairé par un faisceau de lumière déjà polarisée.

de fer hydraté. Cet oxyde, immédiatement lavé, se redissout dans l'eau lorsqu'elle ne contient plus que de petites quantités de sel, mais il perd la propriété de se dissoudre quand on le laisse en digestion un jour ou deux avec son précipitant. Enfin, la dissolution colorée par la chaleur, dialysée, donne de l'acide chlorhydrique à peu près exempt de fer, qui traverse le filtre, et de l'oxyde de fer soluble, qui reste dans le dialyseur.

» Le chlorure de fer se dédouble donc à une température de 70 degrés environ en acide chlorhydrique et en sesquioxyde de fer soluble dans l'eau et dans l'acide chlorhydrique étendu, insoluble dans la plupart des dissolutions salines; ce sont précisément les caractères de l'oxyde de fer colloïdal, obtenu par M. Graham dans la dialyse des dissolutions basiques de fer.

» Je ne suppose pas que le chlorure de fer se dédouble en acide chlorhydrique et en chlorure basique, parce que l'existence de ces composés basiques solubles, en tant que composés définis, me paraît peu conciliable avec le fait de leur décomposition par le filtre dans l'appareil dialyseur, ou par le sel marin qui en précipite de l'oxyde de fer *pur* (1). Il me paraît plus naturel de considérer ces composés comme des dissolutions de l'oxyde colloïdal de fer dans l'acide chlorhydrique ou tout au moins dans le sesquichlorure de fer ordinaire.

» Si l'on chauffe au bain-marie à 100 degrés la dissolution étendue de sesquichlorure de fer, en ayant soin de remplacer le liquide qui s'évapore, on constate que l'oxyde soluble se transforme peu à peu dans la modification isomérique de sesquioxyde de fer, découverte par Péan de Saint-Gilles. On se rappelle que ce chimiste, en soumettant l'acétate de sesquioxyde de fer en dissolution à l'action prolongée de la chaleur, obtint un oxyde particulier, insoluble dans les acides minéraux étendus et dans la plupart des dissolutions salines, et donnant avec l'eau une liqueur transparente par transmission et trouble par réflexion. Quelques années plus tard, M. Scheurer-Kestner démontra que la décomposition de l'azotate de fer pouvait également le fournir. Il résulte de mes expériences que la production de l'oxyde de Péan de Saint-Gilles, dans ces diverses circonstances, est due à la même cause. Le premier effet de la chaleur sur les sels de fer à acide monobasique est de les dédoubler en acide et en oxyde, qui ne restent séparés que si l'acide est étendu, puis de transformer l'oxyde soluble en

(1) Cette réaction des chlorures alcalins sur les chlorures basiques a été signalée pour la première fois par M. Béchamp (*Ann. de Ch. et de Phys.*, 3e série, t. LVII).

métasesquioxyde de Péan de Saint-Gilles, différant par son état d'hydratation et par plusieurs de ses caractères de l'oxyde colloïdal de M. Graham. Les dissolutions des sels bibasiques, comme le sulfate, ne donnent que des sous-sels insolubles lorsqu'on les soumet à l'action de la chaleur.

» Enfin, quand on opère comme l'a fait de Senarmont, la décomposition du chlorure en dissolution étendue, aux températures élevées de 250 à 300 degrés, auxquelles l'oxyde colloïdal et le métasesquioxyde n'existent plus, la séparation de l'acide et de l'oxyde ayant nécessairement lieu, puisqu'il suffit d'une température de 70 degrés pour l'effectuer, l'oxyde qui se produit avec une lenteur plus ou moins grande est du sesquioxyde anhydre et cristallisé, c'est-à-dire du fer oligiste. Il n'est donc pas nécessaire, pour expliquer l'expérience de de Senarmont, de faire intervenir l'influence de la pression exercée dans le tube fermé, où l'on fait l'expérience, par la vapeur d'eau fortement chauffée ou par l'acide chlorhydrique dégagé.

» Les faits précédents, qui rentrent évidemment dans la catégorie si nombreuse des phénomènes de dissociation, permettront, je l'espère, d'expliquer quelques-unes des singularités présentées par les sels de sesquioxyde de fer ; j'en prendrai seulement deux exemples pour ne pas dépasser dans cette Note les limites réglementaires.

» On peut séparer par une méthode bien connue le fer du manganèse, en transformant d'abord les métaux en chlorures ; on fait ensuite passer le fer au maximum d'oxydation et, après avoir saturé incomplétement l'excès d'acide par le carbonate de soude, on ajoute à la liqueur bouillante un excès d'acétate de soude : le sesquioxyde de fer se précipite seul dans la liqueur acide. La théorie de cette réaction me paraît très-simple. L'acétate de sesquioxyde de fer, formé lors du mélange des chlorures et de l'acétate de soude, se dédouble à l'ébullition en acide acétique et oxyde colloïdal, insoluble dans une liqueur contenant une notable quantité de sel marin et d'acétate de soude. Lorsqu'on lave rapidement cet oxyde à l'eau distillée froide, une grande partie de l'oxyde rentre en dissolution. On évite facilement cet inconvénient en lavant avec une solution étendue de chlorhydrate d'ammoniaque ; on peut également n'introduire dans la liqueur contenant les chlorures que des réactifs volatils, de l'acétate d'ammoniaque qui produit le même effet que l'acétate de soude, parce que l'oxyde colloïdal de fer est insoluble dans le sel ammoniacal, même en présence d'une grande quantité d'acide acétique. La séparation des oxydes de fer et de manganèse est aussi parfaite que possible par cette méthode ; cependant il est préférable, pour l'exactitude de la pesée de l'oxyde de fer, de verser l'acétate d'am-

moniaque dans une solution également chaude d'azotates des deux bases et de laver l'oxyde avec une solution chaude d'azotate d'ammoniaque. On évite ainsi la perte de fer qui résulte de l'action du sel ammoniacal sur l'oxyde de fer pendant la calcination.

» On prépare actuellement l'aniline (par la méthode de M. Béchamp) avec de la nitrobenzine, du fer et une quantité d'acide acétique beaucoup plus petite que celle qui correspond à la quantité de sesquioxyde formé : c'est qu'en effet l'acétate de peroxyde de fer, n'ayant que peu de stabilité à la température relativement élevée de la réaction, se trouve décomposé en sesquioxyde de fer insoluble et en acide qui peut réagir de nouveau sur le métal. Il doit bien se former une certaine quantité d'acétate d'aniline, mais si la tension de dissociation de ce sel est sensible à la température de l'expérience, il doit arriver nécessairement qu'une petite quantité d'acide suffise pour terminer la réaction. »

CHIMIE. — *Note sur la sursaturation, la surfusion et la dissolution;* *par* **M. Dubrunfaut.**

« Les faits de sursaturation se rattachent évidemment aux phénomènes mal définis de la dissolution, et l'étude ou l'interprétation logique de ces derniers phénomènes pourront seuls conduire à découvrir la cause de la sursaturation. Tel est l'objet de cette Note.

» Les intéressants travaux de M. Gernez, inspirés par les belles recherches de M. Pasteur, nous paraissent avoir établi de la manière la plus complète le rôle actif que joue invariablement le cristal qui fait cesser l'état de sursaturation de cristaux similaires ou isomorphes. Ce fait met en évidence l'existence d'une force particulière qui résiderait dans les cristaux eux-mêmes, et qui varierait dans son mode d'être avec la composition chimique et la forme géométrique; là se bornent et s'arrêtent les conséquences, déjà considérables pour la science, des travaux de M. Gernez. En effet, on voit bien là, pour le sulfate de soude par exemple, la généralisation du fait anciennement connu de la propriété que possède un cristal de sulfate de soude de faire prendre instantanément en masse cristalline une dissolution sursaturée du même sel; mais rien, dans ces curieuses observations, ne permet de comprendre la cause du fait ni de reconnaître la relation qu'il présente avec l'état de sursaturation.

» Les études si précieuses de H. Lœwel nous paraissent offrir les moyens de jeter quelque lumière sur cette face importante et trop négligée de la

question, et c'est sur ce point, qui a été l'objet de nos études et de nos méditations, que nous désirons appeler l'attention des savants.

» M. Lœwel a démontré et mis dans la plus grande évidence ce fait capital de la sursaturation du sulfate de soude (1) : que le sel dissous avec la composition NaO.10HO se trouve en dissolution à l'état de NaO.7HO. La démonstration expérimentale de ce fait nous paraît résulter explicitement de l'analyse exacte des cristaux formés par le simple abaissement de la température du liquide sursaturé.

» Le sel dissous et passé par là même à l'état de sursaturation a donc changé de nature ou au moins de constitution moléculaire; il est devenu un tout autre produit doué de propriétés différentes, et ce qui est considéré comme sursaturation du produit primitif n'est en réalité qu'un état de saturation normal du composé nouveau qui en est dérivé. En d'autres termes, on a cru dissoudre dans l'eau du sulfate de soude à 10 équivalents d'eau, et, en surchargeant la dissolution d'un excès de ce sel, on en a modifié la composition de manière à créer un composé nouveau plus soluble, et par conséquent susceptible de produire le fait, en apparence si étrange et si mystérieux, de la sursaturation.

» Cette interprétation des faits de sursaturation ne nous paraît pas déroger aux règles de la méthode expérimentale, et en développant ses conséquences logiques on arrive à généraliser et à étendre cette théorie à tous les cas de dissolution, même à ceux qui n'offrent pas la propriété caractéristique de la sursaturation.

» En effet, s'il est certain, ainsi que nous l'admettons, que le sulfate de soude à 10 équivalents d'eau existe, dans la dissolution dite sursaturée, avec la composition moléculaire caractérisée par 7 équivalents HO, il n'est pas moins vrai que, dans des conditions déterminées et connues, la composition du sel peut revenir à sa constitution primitive, ce qui établit nettement, pour le sulfate de soude dissous, un état moléculaire instable et fugitif qu'un accident ou une circonstance étrangère peuvent détruire. C'est ce qui arrive, en effet, sous l'influence d'un cristal similaire de sulfate de soude à 10 équivalents d'eau ou d'un sel isomorphe, et dans ce cas le

(1) M. Gernez, qui a résumé avec soin l'histoire de la sursaturation, attribue la priorité des observations en question à des savants étrangers; mais il nous paraît que M. Lœwel les a mieux précisées sans les connaître, et en a fait ainsi une découverte originale dont la propriété et la valeur doivent lui être conservées.

retour du sel à sa composition primitive est accompagné d'une manifestation thermique qui confirme le changement de constitution, ainsi qu'on l'observe dans les transformations allotropiques amorphes et dans celles des substances qui cristallisent sous deux formes.

» Les modifications plus ou moins profondes et plus ou moins persistantes que la matière cristallisable et soluble offre dans la dissolution nous paraissent confirmées et mises en évidence, sous une autre forme, dans les faits de doubles rotations moléculaires que nous avons découverts dans le glucose cristallisable, dans la lactine et dans leurs dérivés (1). Là, en effet, les substances cristallisables ont évidemment contracté sous l'influence de la force de cristallisation la constitution moléculaire qu'elles révèlent au moment de leur dissolution, et elles la conservent pendant un temps suffisant pour l'observation et la constatation du phénomène. Sans cette particularité caractéristique et sans la propriété optique qui permet de l'observer, la modification moléculaire en question serait passée inaperçue. Dans le glucose cristallisé, en effet, le passage du glucose birotatoire à l'état de glucose monorotatoire exige, à basse température, quatre ou cinq heures pour s'accomplir, et l'on a ainsi tout le temps nécessaire pour constater nettement et suivre des yeux toutes les phases du phénomène.

» Cette propriété n'est pas perceptible dans toutes les substances moléculairement actives; mais il est permis de croire qu'elle est générale et propre, non-seulement aux substances douées de cette propriété moléculaire, mais même à toutes les substances solubles sans exception.

» On peut donc admettre, avec une grande probabilité, que tous les corps solubles cristallisables ou amorphes affectent, dans les dissolutions, un état moléculaire différent de celui qu'ils possèdent à l'état solide. Cette modification, ainsi que le prouvent la sursaturation et la double rotation du glucose, ne serait qu'éphémère et liée à l'état particulier des corps en dissolution, et peut-être aussi aux qualités des dissolvants; elle cesserait avec la disparition des causes ou des forces particulières qui l'ont produite. Ainsi le glucose cristallisé la conserve avec son état cristallin, quelle que soit sa constitution chimique $C^{12}H^{12}O^{12}$ ou $C^{12}H^{14}O^{14}$; mais dès le moment où

---

(1) Toutes ces substances présentent au plus haut degré, dans leurs dissolutions, les phénomènes de sursaturation, et, en considérant le temps qu'exige la cristallisation des glucoses connus sous le nom de *massés* et l'accroissement considérable de volume qu'ils subissent, il est permis de croire qu'il se produit là un travail considérable, que la dissolution possède à son tour la faculté de détruire.

le cristal passe à l'état liquide soit par la fusion, soit par la dissolution dans un dissolvant quelconque, la constitution moléculaire, révélée par le pouvoir rotatoire, change pour n'être reprise que dans le retour à l'état solide.

» On peut comprendre et expliquer ainsi tous les faits connus de sursaturation et de surfusion, sans avoir besoin de distinguer ces différents états de la matière par les causes physiques différentes qui les annulent.

» La dissolution ainsi envisagée rentrerait dans la catégorie des forces chimiques connues, qui modifient d'une manière régulière et invariable l'arrangement des éléments de la molécule intégrante.

» En examinant avec soin ce qui se passe dans l'analyse osmotique appliquée aux dissolutions salines complexes, on ne peut admettre, avec M. Th. Graham, que la diffusibilité, qui est, ainsi que nous l'avons démontré, le véhicule de ce mode d'analyse, ait lieu sur la substance prise à l'état solide (1); tout tend à établir, au contraire, que les éléments du courant d'exosmose qui produit l'analyse sont prélevés sur une fraction du dissolvant chargée du produit diffusible. S'il n'en était pas ainsi, on ne comprendrait pas ce qui se passe dans notre analyse méthodique de la mélasse, où la diffusion du sucre est constante à toutes les époques de l'analyse, tandis que la diffusion des sels décroît en proportion géométrique à mesure que l'analyse marche vers son terme.

» Il faut donc rigoureusement admettre que, dans une dissolution de sels divers doués de propriétés physiques et chimiques différentes, chaque sel prélève et retient, dans la dissolution complexe elle-même, le contingent de dissolvant que lui assignent ses qualités propres, et c'est sur ces groupes moléculaires liquides, en quelque sorte définis pour chaque milieu, que s'exerce la force de diffusion qui fonctionne d'une manière si évidente dans tous les cas d'analyse endosmotique, y compris ceux de dialyse spécifiés par M. Graham.

» Nous terminerons cette Note en faisant connaître un fait important de physique moléculaire, qui a pu être confondu, par des expérimentateurs, avec les faits de sursaturation.

---

(1) Malgré nos réclamations bien justifiées, on ne cesse de faire dériver abusivement notre analyse osmotique, qui a pour date certaine le 1er avril 1854, de la dialyse de M. Graham, qui est de 1863, et qui, en réalité, n'est de tous points, et par sa méthode et par ses résultats, qu'un cas particulier de notre méthode d'analyse par endosmose. C'est encore à nos travaux, et non à ceux du célèbre chimiste anglais, qu'on doit la connaissance de l'identité de la force qui fonctionne dans les faits d'endosmose et dans ceux de diffusion proprement dite.

» Quand on chasse de sa dissolution dans l'eau une substance cristallisable, comme le sucre, à l'aide de l'alcool à haut titre, il peut se présenter deux cas différents, suivant les conditions expérimentales utilisées : ou le sucre restera momentanément en dissolution dans un état qui ressemble au phénomène connu de sursaturation, mais qui, en réalité, en diffère essentiellement; ou bien le sucre sera précipité sous forme de grumeaux visqueux, qui rappellent les précipités formés dans les mêmes conditions par la gomme, la dextrine, etc.

» En examinant ce dernier précipité au microscope, on lui reconnaît facilement une texture amorphe ou globulaire, et ces produits nagent dans la solution alcoolique; après un certain temps, le précipité visqueux se transforme en cristaux de sucre prismatiques bien définis. Ces faits paraisssent se produire fréquemment, sinon toujours, au moins partiellement, dans les conditions expérimentales spécifiées par M. Margueritte, pour séparer le sucre des mélasses, à l'aide de l'alcool et de l'acide sulfurique. Cet effet a été confondu abusivement avec le phénomène connu de la sursaturation. Nous avons vu en effet, dans ces conditions, des solutions alcooliques soi-disant exclusivement sursaturées fournir leur contingent de sucre sans changer de densité, ce qui prouve à l'évidence que tout le sucre recueilli dans ce cas provenait du sucre amorphe. Cet état transitoire du sucre, mis en évidence par l'action de l'alcool sur le sucre dissous, n'est-il pas la condition normale du sucre modifié par la dissolution, et ne peut-on pas considérer cette expérience comme une nouvelle preuve à l'appui de notre mode d'envisager les phénomènes de dissolution et de sursaturation? L'état particulier de la matière que M. Graham a désigné sous le nom assez impropre d'*état colloïdal* n'est-il pas un état transitoire et éphémère analogue à celui que nous venons de signaler pour le sucre cristallisable, et qui pourrait s'étendre à une foule d'autres substances solubles et précipitables par l'alcool. »

CHIMIE. — *Sur la série éthylique du silicium.* Note de **MM. C. Friedel et A. Ladenburg.**

« Il y a trente ans environ, à l'époque où il formulait cette loi des substitutions destinée à exercer une si grande influence sur les progrès de la Chimie, M. Dumas avait émis l'opinion que l'hydrogène n'était pas le seul élément susceptible de substitution, et que le carbone trouverait peut-être à son

tour un corps pouvant prendre sa place (1). Cette vue remarquable, devançant les faits de loin, souleva une vive opposition parmi ceux-là même qui acceptaient la théorie des substitutions, et longtemps encore, dans les Cours et dans les Traités de Chimie, le carbone était signalé comme le seul corps simple qui, dans les combinaisons organiques, ne pût pas être remplacé. Beaucoup plus tard, M. Wöhler a considéré comme constitués, à la façon des corps organiques, certains composés silicés qu'il avait obtenus par l'action de l'acide chlorhydrique sur le siliciure de calcium (2). Nous pensons apporter aujourd'hui la démonstration complète de la justesse des prévisions de M. Dumas.

» Les divers Mémoires soumis au jugement de l'Académie, d'abord par MM. Friedel et Crafts, puis par nous, ont fait voir, en premier lieu, que le silicium est un élément tétratomique comme le carbone, et qu'à ce titre il mérite d'en être rapproché; en second lieu, que les analogies ne se bornent pas là, mais que le silicium peut fonctionner à la façon du carbone, et servir de lien à divers groupes hydrocarbonés, en fournissant des corps qui présentent les analogies les plus grandes avec certains hydrocarbures, et qui sont régis par la même loi de saturation, à condition de compter le silicium comme équivalant au carbone atome par atome. De ces hydrocarbures silicés peuvent se dériver plusieurs corps dans lesquels des restes renfermant le silicium uni au carbone et à l'hydrogène jouent le rôle de radicaux, exactement comme des groupes simplement hydrocarbonés.

» Après avoir étudié ainsi un grand nombre de composés formant ce que l'on pourrait appeler le *groupe méthylique du silicium*, il nous restait à trouver des corps correspondant à des groupes plus élevés de la série du carbone, et à montrer ainsi que le silicium, dans des groupements analogues aux composés organiques, peut non-seulement être saturé par des atomes de carbone, mais partage avec cet élément la propriété de se saturer lui-même, au moins en partie. C'est à quoi nous venons de réussir après un grand nombre de tentatives infructueuses (3). Lorsqu'on cherche à enlever au chlorure de silicium une partie du chlore qu'il renferme, de manière à le transformer en un chlorure ayant une molécule plus compliquée, si l'on emploie un métal (sodium, zinc, argent), on réduit complétement le silicium. Avec l'hydrogène, qui a servi à Ebelmen à préparer un ses-

---

(1) *Comptes rendus*, t. X, p. 149; 1840.
(2) *Annalen der Chemie und Pharmacie*, t. CXXVII, p. 268.
(3) *Voir* dans les *Comptes rendus*, t. LXVI, p. 539.

quichlorure de titane, on n'obtient qu'une petite quantité de silicichloroforme.

» On pouvait espérer que l'iodure de silicium, SiI^4, découvert par l'un de nous, pourrait être attaqué à une température plus basse et se prêterait ainsi mieux au but proposé. L'expérience est venue justifier cette supposition. Ayant chauffé pendant quelques heures à une température voisine de celle de son ébullition (290-300 degrés) de l'iodure de silicium avec de l'argent très-divisé et parfaitement sec, tel qu'on l'obtient en précipitant par l'acide chlorhydrique une solution d'azotate d'argent, réduisant le précipité par le zinc et l'acide chlorhydrique et le séchant à 150 degrés (1), nous avons vu que le tétra-iodure était transformé en une masse blanche d'un aspect assez différent de son aspect primitif. En traitant le contenu du vase par une petite quantité de sulfure de carbone pour en extraire ce qui pouvait y rester de tétra-iodure, et, après plusieurs lavages pareils, en dissolvant à chaud dans une grande quantité de sulfure, nous avons obtenu de beaux cristaux incolores en prismes hexagonaux ou en rhomboèdres basés, agissant sur la lumière polarisée à la façon des substances biréfringentes à un axe, fumant à l'air et se décomposant avec formation d'une matière blanche. Traités par la potasse, ils donnent lieu à un vif dégagement d'hydrogène. L'analyse a prouvé que ces cristaux étaient l'iodure cherché, Si^2I^6, formé par soustraction d'un atome d'iode au tétra-iodure, et réunion des deux résidus (SiI^3). La mesure de la quantité d'hydrogène dégagée par l'action de la potasse a confirmé les résultats de l'analyse, et fourni 2H pour Si^2I^6, ce qui doit en effet avoir lieu d'après l'équation

$$Si^2I^6 + 4H^2O = 2SiO^2 + 6HI + 2H.$$

» L'hexa-iodure de silicium ne peut pas être distillé, ni sous la pression atmosphérique, ni dans le vide. Il se sublime partiellement, mais en se décomposant en grande partie en tétra-iodure et en laissant un résidu rouge-orangé, dont la composition paraît correspondre à la formule SiI^2 et qui est insoluble dans le sulfure de carbone, dans la benzine, dans le chloroforme et dans le chlorure de silicium. Ce dernier iodure est transformé par l'eau en une matière blanche ou grisâtre, qui dégage en présence de la potasse beaucoup d'hydrogène. L'hexa-iodure fond, dans le vide, mais en paraissant se décomposer partiellement, à une température voisine de

(1) Wislicenus a employé avec beaucoup de succès l'argent métallique ainsi préparé pour enlever l'iode à certains composés organiques. (*Annalen der Chemie und Pharmacie*, 1869.)

250 degrés. Il est beaucoup moins soluble dans le sulfure de carbone que le tétra-iodure : à 27 degrés, 1 partie de ce liquide dissout 2,2 parties de SiI^4, et seulement 0,26 de Si^2I^6.

» Lorsqu'on projette les cristaux d'hexa-iodure dans de l'eau glacée, ils se décomposent sans dégagement d'hydrogène, et la matière blanche qui reste, séchée dans le vide, puis à 100 degrés, présente une composition qui répond à la formule $Si^2O^4H^2$, ainsi que nous nous en sommes assurés d'après la quantité d'hydrogène dégagée par la potasse, ou recueillie à l'état d'eau dans une combustion par l'oxygène, et par la calcination de la matière, qui se décompose avec incandescence, avec dégagement d'hydrogène, et en laissant un résidu de silice ayant à très-peu près le poids de la matière primitive.

» L'iodure de silicium paraît s'être transformé au contact de l'eau, en un hydrate $Si^2(OH)^6$ par substitution de 6(OH) à 6I, et l'hydrate a perdu $2H^2O$ pour former le corps $Si^2O^4H^2$, analogue par sa constitution à l'acide oxalique $C^2O^4H^2$ et que l'on peut appeler *hydrate silici-oxalique*.

» Nous n'avons pas réussi à obtenir de sels de ce composé. Les bases même les plus faibles le décomposent avec dégagement d'hydrogène, comme la potasse le fait dans d'autres circonstances pour l'acide oxalique.

» Nous avons tenté plusieurs réactions avec l'hexa-iodure, surtout en vue d'obtenir un composé volatil sans décomposition. Après avoir constaté que le brome enlève l'iode à l'iodure et le transforme en un bromure, que l'iode peut réagir sur l'alcoolate de soude et fournit ainsi un composé éthéré, nous nous sommes arrêtés spécialement, pour le moment, à l'action qu'exerce le zinc-éthyle sur l'hexa-iodure.

» Lorsqu'on mélange ce dernier, par petites portions, avec du zinc-éthyle, en ayant soin de chauffer doucement, on voit se produire une réaction, et bientôt se déposer une masse blanche. Quand on a ajouté la proportion convenable d'iodure (Si^2I^6 pour $3ZnEt^2$), la réaction est terminée; on distille alors et on traite par l'eau le produit distillé, pour décomposer un léger excès de zinc-éthyle. Après avoir décanté l'eau, on lave un grand nombre de fois à l'acide sulfurique concentré pour enlever une matière soluble dans ce liquide et qui nous a paru être l'oxyde de silicium triéthyle. Enfin le produit lavé à l'eau, puis séché, est soumis à la distillation fractionnée. On sépare ainsi deux liquides : l'un bouillant de 150 à 154 degrés est du silicium-éthyle, $Si(C^2H^5)^4$, et l'autre, qui avait été recueilli entre 250 et 253 degrés, nous a donné à l'analyse des nombres s'accordant avec la formule $Si^2(C^2H^5)^6$. C'est un liquide limpide, d'une faible odeur,

ressemblant à celle du silicium-éthyle, et qui brûle avec une flamme éclairante en donnant des fumées de silice. En ayant pris la densité de vapeur, nous avons trouvé des nombres voisins de ceux qu'exige la théorie pour la formule $Si^2(C^2H^5)^6$, mais un peu trop forts (théorie : 7,96; exp. : 8,5). Le liquide, sans se colorer sensiblement à 300 degrés, s'était légèrement altéré avec formation d'un produit soluble dans l'acide sulfurique, et qui est sans doute encore l'oxyde de silicium triéthyle, $Si^2O(C^2H^5)^6$, dont on comprend facilement la formation par oxydation du *silicium-hexéthyle*. La présence de ce corps explique le petit excès de la densité trouvée sur la densité théorique. Il ne peut rester aucun doute sur l'exactitude de la formule $Si^2(C^2H^5)^6$, et par conséquent la série de composés dont nous avons eu l'honneur d'entretenir l'Académie appartient bien au groupe éthylique du silicium, les deux atomes de silicium étant directement liés entre eux, et servant de lien aux atomes d'iode, ou d'oxygène et d'oxhydryle, ou d'éthyle, qui avec eux constituent la molécule. La réaction du zinc-éthyle sur l'hexaiodure se passe d'une manière tout à fait analogue à celle du même corps sur le chlorure et sur l'iodure de silicium et fournit un composé que l'on peut considérer comme un homologue du silicium-éthyle. L'étude des réactions de ce corps sera sans doute intéressante, et montrera probablement que l'analogie que nous faisons ressortir ne réside pas seulement dans les formules. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du chlorosulfure de phosphore sur les alcools;* par **M. Chevrier.**

« Les seules recherches relatives à l'action du chlorosulfure de phosphore sur les alcools sont dues à M. Cloëz. En 1847, cet habile chimiste a préparé l'acide sulfoxiphosphovinique et quelques-uns de ses sels (1). Dix ans plus tard, il a étudié l'action de $PSCl^3$ sur l'alcool sodé, et a obtenu l'éther éthylsulfoxiphosphorique (2). Les deux Notes de M. Cloëz sont très-brèves; ainsi la première ne contient aucun détail sur les produits secondaires de la réaction, qui d'ailleurs n'est pas formulée.

» J'ai repris cette étude, en l'étendant à l'alcool amylique.

» L'action du chlorosulfure de phosphore sur les alcools (il ne s'agit que des alcools monoatomiques correspondant aux acides gras) est assez com-

(1) *Comptes rendus*, t. XXIV, p. 388.
(2) *Comptes rendus*, t. XLIV, p. 482.

plexe; néanmoins, avec quelques précautions, on parvient facilement à la régulariser, et l'on obtient alors toujours les mêmes produits, et dans les mêmes proportions.

» Cette action est très-vive avec les premiers termes de la série (alcools méthylique, éthylique); elle est moins énergique avec les termes un peu éloignés, comme l'alcool amylique. Dans tous les cas, il se forme un acide copulé, le chlorure du radical alcoolique, et il se dégage de l'acide chlorhydrique. Ce dernier produit peut être facilement recueilli, ce qui permet de formuler la réaction.

» *Cas de l'alcool ordinaire.* — La réaction se produit entre 1 équivalent de chlorosulfure et 3 équivalents d'alcool :

$$PSCl^3 + 3\left(\begin{matrix} C^2H^5 \\ H \end{matrix}\Big\} \Theta\right) = \begin{matrix} (PS)''' \\ C^2H^5 \\ H^2 \end{matrix}\Bigg\} \Theta^3 + 2C^2H^5Cl + HCl.$$

» A l'aide d'une disposition spéciale de l'appareil, on a pu recueillir tout l'acide chlorhydrique et presque tout le chlorure d'éthyle.

» Toutefois, le phénomène est un peu plus complexe que ne l'indique l'équation précédente. Il se dépose, en effet, un peu de soufre, et il se forme une quantité correspondante d'acide éthylphosphorique.

» L'acide éthylsulfoxiphosphorique est un liquide huileux, plus lourd que l'eau qui ne le dissout pas, d'une odeur nauséabonde. Il se décompose par la distillation sèche.

» *Alcool sodé.* — Le chlorosulfure $PSCl^3$ réagit très-énergiquement sur l'alcool sodé, et donne l'éther correspondant découvert par M. Cloëz. Tout le chlore de $PSCl^3$ est fixé sur le sodium de l'alcool. La réaction se formule

$$PSCl^3 + 3\left(\begin{matrix} C^2H^5 \\ Na \end{matrix}\Big\} \Theta\right) = 3NaCl + \begin{matrix} (PS)''' \\ 3(C^2H^5) \end{matrix}\Big\} \Theta^3.$$

» L'éther éthylsulfoxiphosphorique est un liquide incolore, huileux, insoluble dans l'eau, d'une odeur de raves pourries, aussi repoussante que celle de l'acide qui lui correspond. Il ne peut être distillé que dans un courant de vapeur d'eau.

» *Cas de l'alcool amylique* (1). — L'alcool amylique est lentement atta-

(1) L'alcool amylique qui a servi à ces expériences a été obtenu en distillant celui du commerce, et recueillant le liquide qui passe entre 128 et 130 degrés, d'après les indications de M. Pasteur. On a donc opéré sur un alcool mixte, mélange d'alcool amylique actif et d'alcool inactif.

qué, à la température ordinaire, par le chlorosulfure de phosphore. On facilite la réaction en agitant le mélange pour en atténuer la viscosité, et en chauffant au bain-marie. Il se dégage abondamment de l'acide chlorhydrique, et il se forme du chlorure d'amyle et de l'acide amylesulfoxiphosphorique. On sépare ces deux liquides en chauffant le mélange à 105 degrés environ. Le résidu est repris par l'alcool, pour isoler la petite quantité de soufre, et chauffer ensuite à 100 degrés. On obtient ainsi un liquide huileux, insoluble dans l'eau, plus léger qu'elle et soluble dans l'alcool. Il se décompose par la distillation sèche à partir de 145 degrés environ; mais il distille facilement dans un courant de vapeur d'eau. J'ai pu préparer quelques-uns de ses sels.

» Les amylesulphoxiphospates alcalins et le sel de baryte sont très-solubles dans l'eau; ils sont gras au toucher, comme tous les sels qui contiennent le radical C^5H'' de l'alcool amylique. Le sel de soude a pour formule

$$\left.\begin{matrix}(PS)'''\\ C^5H^{11}\\ Na^2\end{matrix}\right\} \Theta^3.$$

Celui de baryte répond à la formule

$$\left.\begin{matrix}(PS)'''\\ C^5H^{11}\\ Ba^2\end{matrix}\right\} \Theta^3 + Aq.$$

Le sel de cuivre est bleu-verdâtre; il pourrait servir à préparer l'acide amylesulfoxiphosphorique, en le traitant par un courant d'hydrogène sulfuré.

» Les cristaux des amylesulfoxiphosphates produisent très-bien les phénomènes d'épipolisme. Lorsqu'on les projette sur de l'eau parfaitement pure, ils se mettent à tourner, comme le camphre, jusqu'à ce qu'ils soient complétement dissous. On sait que les moindres traces de matière grasse suffisent pour arrêter ces mouvements giratoires. J'ai constaté la force épipolique dans divers cristaux renfermant le radical amyle, particulièrement le sulfamylate de baryte. Il en est de même des cristaux d'acide phénique.

» *Amylate de soude.* — L'action de $PSCl^3$ sur l'amylate de soude est très-énergique. On verse goutte à goutte le liquide sur l'alcool sodé, placé dans un ballon ou dans une cornue. Les produits de la réaction sont ensuite traités par l'eau, qui dissout le chlorure de sodium formé et sépare un liquide

huileux qui se ramasse à la surface : c'est l'éther amylesulphoxiphosphorique. C'est un liquide incolore, assez mobile, qui devient légèrement verdâtre avec le temps; on le distille sans décomposition dans un courant de vapeur d'eau; sa densité à 12 degrés est égale à 0,849; son indice de réfraction correspondant à la raie jaune du sodium est égal à 1,42. La réaction se produit entre 1 équivalent de chlorosulfure et 3 d'amylate de soude, comme pour l'alcool ordinaire :

$$\left.\begin{matrix}(PS)''' \\ Cl^3\end{matrix}\right. + 3\left(\left.\begin{matrix}C^5H^{11} \\ Na\end{matrix}\right\}\Theta\right) = \left.\begin{matrix}(PS)''' \\ (C^5H^{11})^3\end{matrix}\right\}\Theta^3 + 3\,NaCl.$$

» En résumé, avec les alcools monoatomiques représentés par la formule générale

$$\left.\begin{matrix}C^nH^{2n+1} \\ H\end{matrix}\right\}\Theta,$$

le chlorosulfure de phosphore donne l'acide copulé correspondant :

$$\left.\begin{matrix}(PS)''' \\ C^nH^{n+1} \\ H^2\end{matrix}\right\}\Theta,$$

le chlorure du radical alcoolique $C^nH^{n+1}Cl$ et de l'acide chlorhydrique.

» En réagissant sur les dérivés métalliques de ces alcools

$$\left.\begin{matrix}C^nH^{2n+1} \\ M\end{matrix}\right\}\Theta,$$

le chlorosulfure $PSCl^3$ produit un éther analogue aux corps gras et qui se représente d'une manière générale

$$\left.\begin{matrix}(PS)''' \\ 3\,(C^nH^{2n+1})\end{matrix}\right\}\Theta.$$

» Lorsqu'on examine alternativement le mode de décomposition que subit le chlorosulfure de phosphore, en présence des corps simples ou composés sur lesquels il exerce son action, on remarque qu'il agit à la fois comme agent chlorurant et sulfurant.

» Le radical triatomique $(PS)'''$ a une tendance remarquable à se substituer dans les composés.

» A tous les composés oxygénés que peut donner l'oxychlorure $P\Theta Cl^3$, correspondent des composés sulfurés fournis par le chlorosulfure $PSCl^3$. Ce liquide constitue un excellent réactif pour substituer le soufre à l'oxygène. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'essence de sassafras.* Note de **MM. E. Grimaux et J. Ruotte.**

« L'essence de *Laurus sassafras* (Laurinées) est incolore, lorsqu'elle est récemment rectifiée, et jaunit peu à peu sous l'influence de l'air et de la lumière. Son odeur rappelle celle de l'essence de fenouil. Sa densité à zéro est 1,0815; elle dévie à droite le plan de rotation, et son pouvoir rotatoire est de 3°,5, pour une longueur de 10 centimètres. C'est un mélange d'un hydrocarbure dextrogyre et d'un principe oxygéné inactif; elle renferme en outre de très-faibles proportions d'un corps qui paraît être un phénol, et lui communique la propriété de réduire l'azotate d'argent à l'ébullition. On sépare ce corps de l'essence, en agitant celle-ci avec une solution aqueuse de potasse; la solution, additionnée d'acide chlorhydrique, précipite quelques gouttes huileuses, présentant une odeur forte d'acide eugénique, et se colorant en vert clair par le chlorure ferrique. En distillant ce corps avec la vapeur d'eau, on a pu recueillir un liquide incolore, en quantité juste suffisante pour l'analyse; il a donné $C = 74,43$, $H = 6,46$. Il existe en si faible proportion dans l'essence, qu'on a dû se borner à en signaler l'existence.

» L'hydrocarbure (*safrène*) renferme $C^{10}H^{16}$ (1). Cette formule est contrôlée par la densité de vapeur qui, prise par la méthode de Dumas, a été trouvée égale à 4,71 (théorie, 4,7). Le safrène bout entre 155 et 157 degrés; il est dextrogyre, et son pouvoir rotatoire est de 17°,5, pour une longueur de 10 centimètres. Sa densité à zéro est 0,8345.

» Les neuf dixièmes de l'essence passent, dès les premières distillations, entre 230 et 236 degrés. Ils sont constitués par un principe oxygéné, le safrol $C^{10}H^{10}O^2$ (2), qui distille principalement entre 231 et 233 degrés. Le safrol n'a pas un point d'ébullition rigoureusement constant, car il s'altère et se résinifie toujours un peu par l'action d'une haute température. Il est insoluble dans l'eau, mais difficile à sécher sur le chlorure de calcium; il est nécessaire, avant de l'analyser, de le rectifier dans un courant d'hydro-

(1) Analyse :

	Expérience.	Théorie ($C^{10}H^{16}$).
C	88,83	88,23
H	12,07	11,77

(2) Analyses :

	Expériences.		Théorie.
C	73,88	73,74	74,07
H	6,35	6,60	6,17

gène pur. Son odeur est celle de l'essence; sa densité est 1,1141 à zéro. Il n'exerce aucune action sur la lumière polarisée; il reste liquide à un froid de — 20 degrés (1).

» Le safrol ne se combine pas aux bisulfites; il ne dissout pas le sodium; il ne décompose pas le chlorure de benzoïle à la température d'ébullition de celui-ci. Il ne se dissout pas dans la potasse alcoolique, même à 120 degrés; à 180 degrés, la potasse alcoolique l'altère profondément, et le transforme en une résine noire, non cristallisable.

» Avec l'acide iodhydrique bouillant, à 127 degrés, il donne une huile verte, épaisse, iodée; avec le perchlorure de phosphore, il ne fournit que du protochlorure, sans trace d'oxychlorure, et d'après les poids des substances mises en réaction, le produit épais et visqueux qui reste dans la cornue lorsque le protochlorure a distillé doit être un safrol monochloré. Ce corps présente, en effet, l'aspect et les propriétés des dérivés monobromés qu'on obtient en ajoutant une molécule de brome seulement à une molécule de safrol. Mais, si l'on additionne celui-ci d'un grand excès de brome, on obtient un dérivé solide et cristallisé de safrol pentabromé $C^{10}H^5Br^5O^2$.

» Pour préparer ce corps, on dissout le safrol dans le sulfure de carbone; on l'additionne de cinq fois son poids de brome; il se dégage de grandes quantités d'acide bromhydrique, et, au bout de quelques jours, le ballon renferme des cristaux qu'on dissout dans le chloroforme. La solution chloroformique est lavée à la potasse, et concentrée par le refroidissement; il se sépare des lames rectangulaires, parfaitement blanches, de safrol pentabromé $C^{10}H^5Br^5O^2$ (2).

» Ce corps fond à 169 ou 170 degrés; il est peu soluble dans l'alcool et dans l'éther, même à l'ébullition; il se dissout dans 15 fois environ son poids de chloroforme. Il se produit, en même temps, une très-petite quantité d'un autre dérivé bromé, fusible à 109 degrés.

» Le safrol soumis à l'action de divers autres réactifs n'a pas donné de résultats satisfaisants, et qui permettent, pour le moment, d'établir sa fonc-

---

(1) M. Saint-Èvre, qui a étudié l'essence de sassafras, a eu une essence solide (dont il n'indique pas le point de fusion), renfermant $C^{10}H^{10}O^2$ et donnant avec le brome un dérivé solide $C^{10}H^2Br^8O^2$.

(2) Analyse :

	Expérience.	Théorie.
C	21,2	21,5
H....................	1,3	0,9
Br....................	72,2	71,8

tion. L'acide azotique, même très-étendu, le résinifie avec production d'acide oxalique. Il se dissout dans l'acide fumant, en donnant un dérivé non cristallisable, soluble en rouge de sang dans les alcalis.

» Chauffé avec du chlorure de zinc ou de l'anhydride phosphorique, il se décompose promptement, en donnant un charbon volumineux. L'acide sulfurique produit le même effet.

» La potasse fondante l'attaque difficilement; une distillation de l'essence sur la potasse en fusion modifie son point d'ébullition : les portions qui distillaient entre 230 ou 234 degrés passent alors entre 245 et 250 degrés, surtout à 247 et 248 degrés. L'analyse de ce corps a donné les mêmes chiffres que l'essence elle-même.

» Ce travail a été fait au laboratoire de M. Wurtz. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la formation des phénols dans le traitement du camphre par le chlorure de zinc.* Note de **M. Alph. Rommier**, présentée par M. P. Thenard.

« Quand on distille le camphre sur du chlorure de zinc, il se transforme, suivant Gerhardt, en cymène et en eau, d'après l'équation suivante :

$$C^{20}H^{16}O^{2} = C^{20}H^{14} + 2HO.$$

» MM. Lippmann et Louguinine (1), Fittig, Koebrich et Silke (2) ont éprouvé de grandes difficultés dans la préparation du cymène par le camphre, et ils ont vu qu'il se produit dans cette réaction tous les hydrocarbures homologues de la benzine; en répétant cette expérience, nous avons aussi constaté la formation de ces différents hydrocarbures.

» Nous avons opéré sur 2 kilogrammes de camphre qui, distillé quatre fois sur le chlorure de zinc fondu, nous a donné environ 700 grammes d'essence, bouillant de 140 à 240 degrés, et dont à peine le dixième était voisin du point d'ébullition du cymène. Nous avons reconnu en outre que cette essence, agitée avec une solution de potasse caustique, lui cède un produit analogue au phénol. Après l'avoir précipité par l'acide chlorhydrique, nous en avons retiré 40 grammes, qui, distillés dans un courant d'acide carbonique, ont donné une petite quantité de liquide bouillant au-dessous de 200 degrés, et le reste un peu au-dessus de cette température.

(1) *Bulletin de la Société chimique*, nouvelle série, t. VII, p. 374; 1867.

(2) *Bulletin de la Société chimique*, nouvelle série, t. X, p. 78; 1869.

» On a fait l'analyse élémentaire de ce dernier produit, et on a eu :

	Expérience.	Calcul.
Carbone	76,87	77,77 (C^{13})
Hydrogène	8,13	7,40 (H^{8})
Oxygène	15,00	14,83 (O^{2})
	100,00	100,00

nombres qui correspondent à l'alcool crésylique.

» Le premier était trop hydraté pour être analysé; on s'est contenté de le chauffer avec les acides oxalique et sulfurique, et l'on a constaté la formation de l'acide rosalique, qui caractérise l'alcool phénique.

» Ces phénols ont une odeur faible, mais franche, d'alcool phénique; tandis que l'alcool crésylique que l'on retire des goudrons a une odeur très-désagréable, parce qu'on le purifie plus difficilement que celui du camphre.

» En résumé, dans la réaction du chlorure de zinc sur le camphre, la formation des divers hydrocarbures et des phénols montre que, contrairement à ce que l'on croyait, il se produit plutôt une décomposition ignée qu'une déshydratation simple, puisque, si l'on opère à une température basse, le camphre distille sans altération, tandis qu'en élevant la température jusqu'à la fusion du chlorure de zinc, on a encore beaucoup de camphre inaltéré, même après quatre distillations. »

CHIMIE. — *Action du potassium et de la liqueur des Hollandais.* Note de **M. Maumené**, présentée par M. Dumas.

« Dans les idées ordinaires, cette action paraît pouvoir être représentée par les deux équations

$$(1)\qquad C^4H^4Cl^2 + K = \underbrace{C^4H^3Cl}_{\text{4 volumes.}} + \underbrace{H}_{\text{2 vol.}} + \underbrace{ClK,}_{\text{4 vol.}}$$

$$(2)\qquad C^4H^4Cl^2 + 2K = \underbrace{C^4H^4}_{\text{4 vol.}} + 2ClK.$$

» La première convient au cas d'un excès de liqueur;

» La seconde au cas d'un excès de potassium.

» Les idées ordinaires ont si peu de fondement que M. Dumas, en employant toujours un excès de liqueur, dit avoir obtenu les résultats de l'équation (2), c'est-à-dire ce qu'il n'aurait dû obtenir qu'avec l'excès de potassium, et que M. Liebig, de son côté, en employant un excès de métal,

dit avoir obtenu les résultats de l'équation (1) qu'on ne devrait obtenir qu'avec l'excès de liqueur.

» Ma théorie seule évite ces confusions et ces erreurs. Elle donne

$$n = \frac{\text{volume atomique de la liqueur} \ldots\ldots = 79,2}{\text{volume atomique du potassium} \ldots\ldots = 45,35} = 1,75,$$

et par conséquent

$$7K + 4C^4H^4Cl^2 = \underbrace{3C^4H^4}_{12\ \text{volumes.}} + \underbrace{C^4H^3Cl}_{4\ \text{vol.}} + \underbrace{H}_{2\ \text{vol.}} + 7ClK.$$

» L'expérience vérifie cette indication. On obtient à la fois les trois gaz, quels que soient les rapports du liquide et du métal. Et si les résultats diffèrent, ce n'est que dans leur apparence, comme il est bien facile de le comprendre.

» Avec un excès de liqueur, le diène chloré C^4H^3Cl, très-soluble dans ce liquide, ne se montre pas. On ne recueille qu'un mélange d'hydrogène et de diène (C^4H^4). L'hydrogène n'entre que pour $\frac{1}{7}$ du volume : il a échappé à M. Dumas.

» Avec un excès de métal, on obtient les trois gaz dont il est facile de constater le véritable rapport. On commence par faire agir les absorbants (liqueur des Hollandais, alcool, etc.); si l'action ne donnait que le diène C^4H^4, comme l'a cru M. Dumas, il n'y aurait aucune absorption; si l'action donnait seulement de l'hydrogène et du diène chloré, comme l'a cru M. Liebig, l'absorption serait de 4 volumes sur 6 ou des $\frac{2}{3}$.

» Il y a toujours une absorption; mais, au lieu de $\frac{2}{3}$, elle est seulement $\frac{4}{18}$ ou $\frac{1}{3}$ de $\frac{2}{3}$, comme l'indique ma théorie.

» Après l'absorption, on trouve le diène et l'hydrogène dans les rapports de 12 à 2 volumes. Le diène avait échappé à M. Liebig.

» M. Dumas obtenait le même volume gazeux qu'avec l'eau pure; il est facile de voir pourquoi : l'excès de liqueur, qu'il employait toujours, retenait le diène chloré et lui donnait seulement :

Pour 7K, 12 volumes de C^4H^4 + 2 volumes d'H. . . . . = 14 volumes,
Or 7K donnent, avec l'eau pure, 7H. . . . . = 14 volumes. »

ARÉOMÉTRIE. — *Note sur l'aréomètre de Baumé; par* **M. Baudin.**

« L'aréomètre de Baumé présente des divergences considérables, suivant divers auteurs.

» Ayant étudié cet instrument, j'ai trouvé pour 85 parties d'eau distillée et 15 parties de chlorure de sodium pur et bien desséché, le chiffre

1,111, densité absolue, à 15 degrés. Francœur a trouvé 1,109; Soubeiran, 1,116; Terlach, 1,114; et, en dernier lieu, M. Coulier, professeur de Chimie, donne le chiffre 1,110725; ce travail peut être considéré comme la plus complète des recherches sur ce sujet.

» Cette expérience que j'ai souvent répétée me confirme que la densité 1,111 est très-approchée de la vérité; ce chiffre m'a servi à reconstituer l'échelle réelle de Baumé.

» Le chiffre 1,116 donné par Soubeiran n'a aucun rapport avec la formule de Baumé (85 parties eau et 15 parties sel), et indique que l'appareil marque 66 degrés dans l'acide sulfurique, dont le point de concentration n'est pas défini; cette échelle arbitraire n'est nullement l'échelle de Baumé.

» Un fait très-grave ressort de ces désaccords, les industriels ne savent plus à quel aréomètre Baumé se confier; de là, des contestations sans fin. Le densimètre de Brisson devrait être le seul employé, puisque tout le monde peut contrôler cet instrument.

Comparaison des échelles de Baumé (Pèse-acides) avec l'échelle de densités, suivant :

Francœur.		Baudin.		Soubeiran.	
Degrés.	Densités.	Degrés.	Densités.	Degrés.	Densités.
0	1000	0	1000,0	0	1000
5	1034	5	1034,4	5	1036
10	1070	10	1071,3	10	1075
15	1109	15	1111,0	15	1116
20	1151	20	1153,8	20	1161
25	1196	25	1200,0	25	1210
30	1245	30	1249,9	30	1262
35	1299	35	1304,2	35	1320
40	1357	40	1363,5	40	1383
45	1420	45	1428,4	45	1453
50	1490	50	1500,0	50	1530
55	1567	55	1578,9	55	1615
60	1652	60	1666,6	60	1711
65	1747	65	1764,6	65	1819
70	1853	70	1875,0	70	1942

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Sur le froment et le pain de froment.* Note de **M. H. Mège-Mouriès**, présentée par M. Chevreul.

« J'ai l'honneur d'appeler encore une fois l'attention de l'Académie sur la question toujours importante du pain. On se souvient que, dès 1855,

appliquant au froment mes recherches sur l'action chimique des tissus organisés, je pus constater : 1° que le pain bis est un composé de matière brune, d'acide lactique, de glucose, de dextrine, etc., provenant de l'altération d'une partie de la farine; 2° qu'aucun de ces produits ne préexiste dans le grain; 3° qu'ils sont formés par l'action complexe d'un ferment que j'ai appelé *céréaline;* 4° qu'en empêchant l'action de ce ferment, on supprime le pain bis, et on n'obtient plus que du pain blanc, supérieur au pain blanc ordinaire.

» Conformément à ces observations, je fis pratiquer un procédé établi sur la propriété qu'a la levûre de transformer en levûre la céréaline quand on ajoute celle-ci à un liquide en pleine fermentation alcoolique. Ce procédé fut approuvé par l'Académie. (*Rapport de M. Chevreul*, 12 *janvier* 1857.)

» En Angleterre et en Allemagne, s'inspirant des indications précédentes, on alla plus directement au but, en remplaçant toute espèce de fermentation par le mélange direct du gaz acide carbonique, ou par le dégagement de ce gaz dans la pâte même à l'aide du bicarbonate de soude et de l'acide chlorhydrique.

» A Paris, on n'admit pas entièrement dans la pratique le procédé approuvé par l'Académie. Il fallut le modifier de manière à conserver le levain de pâte malgré tous ses inconvénients : ainsi le voulait la routine. Parmi les plus intelligents et les plus considérables auxiliaires de la nouvelle méthode au levain de pâte, on distingue la ville de Paris, qui fournit tous les jours à l'Assistance publique et aux ouvriers parisiens 25 000 kilogrammes de pain supérieur, à coup sûr, au pain des boulangers.

» L'Académie me permettra, dans un but d'intérêt général, de faire un court extrait d'un remarquable Exposé fait au Préfet de la Seine par M. Husson, touchant les améliorations faites dans son administration, depuis 1852 jusqu'à 1869. L'Exposé dit, page 14 :

« L'une des applications les plus intéressantes que l'usine Scipion ait été » appelée à faire est celle du procédé Mège-Mouriès. »

» Ici l'auteur donne la description du procédé, avec quelques inexactudes historiques de peu d'importance, et il continue en ces termes :

« Ce procédé est appliqué depuis quatre ans à toute la fabrication de » l'usine, sans que la nuance du pain ait été altérée, et il a fourni des ré» sultats satisfaisants, quoiqu'il soit resté au-dessous des espérances qu'on » avait fait concevoir. Le bénéfice résultant de ce mode de panification » est d'un peu plus de 1 centime par kilogramme, et nous avons pu, en

» outre, remplacer le pain bis, qui était consommé dans les grands hos-
» pices de la vieillesse, par du pain blanc absolument identique à celui
» que l'usine fournit aux autres. »

» Ces résultats sont satisfaisants sans doute, mais ils ne sont pas tout à fait d'accord avec ceux qui sont consignés dans les Rapports de M. Chevreul, du Ministère de la Guerre et du général Favé, Rapporteur d'une Commission de praticiens choisis par M. le Ministre du Commerce, et parmi lesquels se trouvait le regretté M. Salone, mort directeur de Scipion (1).

» Aussi, malgré la reconnaissance que je dois à l'honorable Directeur de l'Assistance publique, il est bon d'indiquer les causes de ce désaccord, dans l'intérêt de l'industrie ordinaire et des sociétés coopératives qui veulent suivre le bon exemple de Scipion. Les voici en peu de mots :

» 1° Les Commissions ont toujours mis à profit la curieuse propriété qu'a le tissu embryonnaire de ne pas laisser pénétrer l'eau salée dans l'intérieur du grain, propriété qui permet de rendre les enveloppes extérieures élastiques capables de supporter une mouture plus serrée et de donner un rendement plus considérable (2).

» 2° On ne doit pas perdre de vue que, avant l'application du nouveau procédé, on employait à Scipion des blés durs et demi-durs. Or, comme ceux-ci donnent un rendement plus fort que les blés tendres, il s'ensuit que les chiffres comparatifs ne peuvent pas être exacts.

» 3° En donnant aux vieillards des hospices du pain blanc au lieu de pain bis, on leur donne en réalité une plus grande quantité de pain, puisque le pain bis contient toujours plus d'eau. C'est un bien, sans doute, mais ce bien doit être compté.

» 4° Enfin, nous rappellerons que les Commissions, d'accord en cela avec la pratique générale, n'ont jamais admis que, par les procédés ordinaires, on pût faire du pain de première qualité avec de la farine extraite au-dessus de 70 pour 100 : aussi, est-ce à partir de ce chiffre qu'a été comptée la différence économique.

» Le désaccord, on le voit, n'est qu'apparent ; c'est pourquoi, nous précisons l'opération ainsi qu'il suit :

» On humecte le blé avec 2 à 5 pour 100 d'eau saturée de sel marin ; au bout de quelques heures, les enveloppes extérieures seules sont devenues humides et élastiques. On jette alors le grain sous des meules à demi ser-

(1) *Moniteur universel;* 1860.

(2) *Mémoire de la Société impériale et centrale d'Agriculture;* 1860.

rées, et l'on sépare 70 pour 100 de farine sans céréaline, plus 10 à 14 pour 100 de gruau. Ces gruaux sont froissés entre deux meules légères, et ils sont ensuite débarrassés, par la ventilation, de la plus grande partie des débris tégumentaires (1).

» Quand on veut préparer le pain, on fait tous les levains avec la farine à 70, et à la pâte molle on ajoute, en dernier lieu, les gruaux, qui, malgré la petite quantité de céréaline qu'ils contiennent encore, ne peuvent plus produire du pain bis, parce qu'en ce moment le temps d'incubation n'est plus suffisant pour la changer en ferment. C'est ainsi qu'on obtient du pain blanc avec toute la partie farineuse du grain (80 à 82 pour 100).

» A Scipion on a fait, d'après mes recommandations, de louables efforts pour arriver à mélanger la farine au gruau : opération toujours praticable, si l'on a des instruments assez exacts pour enlever à ces gruaux la plus grande partie du tissu embryonnaire qui les recouvre.

» Quoi qu'il en soit, on voit que ce travail, protégé par la haute bienveillance de l'Académie, poursuit lentement mais sûrement ses conquêtes, et nous espérons qu'un jour, en appliquant dans son intégrité le procédé décrit dans le Rapport de M. Chevreul, on donnera aux populations le véritable pain normal, doué de sa saveur naturelle et de toutes les propriétés alimentaires du grain. »

PHYSIOLOGIE. — *De certaines propriétés physiques et physiologiques des muscles; par* **M. J. Chmoulevitch.**

« 1° Lorsque la chaleur agit sur un muscle au repos, elle produit deux effets : l'un purement physique et l'autre physiologique.

» L'effet physique s'observe seulement entre les températures de + 2 à + 28 degrés C. Entre ces limites, le muscle se comporte, sous l'influence de la chaleur, à l'inverse de tous les corps de la nature : il se raccourcit par l'échauffement, et s'allonge en se refroidissant. J'ajoute que ce phénomène remarquable ne peut s'observer que sur les muscles qui ont conservé leurs propriétés vitales. En effet, dès qu'un muscle a cessé de réagir à l'électricité (ce qui est le signe de la mort du muscle), la chaleur produit sur lui un effet tout contraire : il s'allonge par l'échauffement, à la façon de tous les autres corps organiques ou inorganiques.

» 2° A partir de 28 degrés C., l'influence purement physique que je

(1) A Scipion, on se sert du ventilateur Perigault.

viens de décrire se complique d'une action nouvelle, de nature physiologique.

» Si l'on élève la température du muscle d'une manière régulière, jusqu'à 40 ou 41 degrés, on voit se produire un raccourcissement dont la vitesse augmente entre 35 et 41 degrés; le muscle est dans l'état que l'on désigne sous le nom de *rigidité par la chaleur*. Ce fait n'infirme pas l'opinion qui assigne à une température de 40 à 41 degrés la production de la rigidité par la chaleur; en effet, dans l'échauffement du muscle entre 28 et 40 degrés, il se produit deux phénomènes dont les effets se confondent entre eux : ce sont, d'une part, une contraction physiologique du muscle; d'autre part, un raccourcissement suite de la rigidité par la chaleur. On peut séparer ces deux effets en opérant de la manière suivante. On chauffe d'abord le muscle à 28 degrés (il suffit parfois de 26 ou 27) et on le maintient quelque temps à cette température. On voit alors le muscle se raccourcir, comme dans une contraction ordinaire, puis reprendre sa longueur normale. Ce raccourcissement du muscle et son retour à ses dimensions ordinaires ont parfois une durée totale de quatre minutes. Le muscle conserve toute son irritabilité.

» En continuant à élever la température du muscle, on voit, à 35 degrés, une autre contraction se produire; celle-ci a moins de durée que la précédente, elle ne prive pas non plus le muscle de son irritabilité. Mais à 40 ou 41 degrés, le muscle entre dans sa phase de rigidité par la chaleur; dès lors, il perd son irritabilité.

» On voit que certains degrés de température produisent, dans les muscles de la vie animale, des irritations dont les effets sont analogues à ceux qu'on obtient sur les muscles de la vie organique au moyen d'un excitant quelconque.

» 3° Si l'on veut produire la rigidité par la chaleur sur deux muscles dont l'un a été séparé du corps deux ou trois heures avant l'autre, il faut employer une température plus élevée pour le premier muscle. Ce fait est en opposition avec la théorie qui attribue la rigidité aux conditions suivantes : aussitôt que la circulation du sang cesse dans le muscle, il commence à s'y former des produits nouveaux (acide lactique pour les uns, myosine pour les autres), produits dont la présence serait la cause de la rigidité musculaire et dont la chaleur hâterait la formation.

» 4° Le volume du muscle diminue pendant la rigidité cadavérique.

» 5° Le poids spécifique du muscle augmente sous la même influence.

» 6° Le poids absolu du muscle diminue en même temps.

» J'ai constaté ces trois derniers faits en opérant sur deux masses semblables de muscles de lapins, et en déterminant le poids spécifique de l'une des masses avant la production de la rigidité cadavérique; l'autre masse subissait la même détermination après la production de cette rigidité. Le volume de ces masses musculaires était facile à calculer.

» 7° Le volume du muscle diminue aussi pendant la rigidité par la chaleur.

» 8° La tension mécanique des muscles cause aussi une diminution de leur volume. Ceci, d'après la théorie mécanique de la chaleur, est en harmonie avec cet autre fait :

» 9° Dans les muscles (principalement dans les muscles vivants), une certaine quantité de chaleur devient libre sous l'influence d'une extension mécanique. »

ZOOLOGIE. — *Observation de têtards de* Lissotriton punctatus, *reproduisant l'espèce.* Note de M. J. **Jullien**, présentée par M. Gervais.

» Le 11 avail 1869, m'étant rendu aux mares de la tour de Crouy, au-dessus de Châtillon près de Paris, dans l'intention d'y pêcher des tritons, j'ai capturé quatre têtards de *Lissotriton punctatus*, que j'ai disséqués le lendemain, et chez lesquels j'ai trouvé, non-seulement les ovaires très-développés, comme chez les femelles arrivées à l'état parfait et en rut, mais encore, dans les oviductes, des œufs enveloppés de la couche gélatineuse que l'on rencontre toujours autour de ceux que pondent les batraciens.

» Dans ces quatre têtards, il y avait deux mâles et deux femelles. Leur aspect extérieur était le même, et les uns ne différaient des autres que par les lèvres du cloaque, plus développées chez les femelles que chez les mâles, et par la longueur du corps, moindre chez ces derniers. Les deux femelles avaient la taille de femelles adultes, mais les mâles étaient plus petits.

» Les testicules, assez développés, fusiformes, ne m'ont fourni que les cellules mères des spermatozoïdes; mais je n'ai pas rencontré de spermatozoïde libre.

» Quant aux ovaires, ils formaient deux magnifiques grappes, et les deux oviductes contenaient, chez l'une et l'autre femelle, des œufs parfaitement développés.

» A la suite de ces observations, je m'étais demandé si ces femelles ne pondaient leurs œufs qu'après avoir atteint leur développement complet, ou bien si, comme les axolotls, elles pouvaient reproduire l'espèce en con-

servant encore les caractères de larves. D'un autre côté, il pouvait se faire que ces têtards se trouvassent au moment de leur métamorphose, et je pouvais bien n'avoir trouvé là que la dernière période d'une forme passagère.

» Je résolus donc de tenter la fortune, et le lendemain, 13 avril, je retournais au même endroit, où j'eus le bonheur de pêcher encore quatre têtards. Il y en avait deux dont le ventre, fort gros, me fit présumer que c'étaient des femelles, et en effet, le 16 avril, j'assistais à la ponte de plusieurs œufs.

» Ces quatre têtards, dont les organes générateurs sont parfaitement adultes, ont vu s'arrêter le développement du reste de leurs organes; la tête, les branchies, les pattes, la queue et tout le reste du corps, appartiennent en totalité à l'organisation des têtards.

» Telles sont, pour le moment, les seules observations que je puis communiquer à l'Académie; mais j'espère bientôt lui présenter, sous forme de Mémoire, les détails plus circonstanciés de ce fait curieux, avec des figures à l'appui du texte. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur les effets produits par l'absinthe.* Note de **M. E. Decaisne**. (Extrait.)

« J'ai eu l'honneur de communiquer à l'Académie, dans sa séance du 1er août 1864, un Mémoire ayant pour titre : *Étude médicale sur les buveurs d'absinthe*. Je disais dans les conclusions de mon travail :

« L'absinthe, à dose égale et au même degré alcoolique que l'eau-de-vie, » a des effets funestes plus prononcés sur l'économie.

» A dose égale, l'absinthe produit l'ivresse beaucoup plus rapidement » que l'eau-de-vie. Les états qu'on a décrits sous les noms d'*alcoolisme aigu* » et d'*alcoolisme chronique* se développent sous son influence beaucoup » plus facilement. Il est nécessaire cependant de faire entrer ici en ligne de » compte le degré de concentration de l'alcool, en général assez élevé dans » l'absinthe.

» Les effets de l'absinthe sur le système nerveux sont plus marqués que » ceux de l'eau-de-vie, et ressemblent assez bien à l'intoxication par un » poison narcotico-âcre. »

» Ces conclusions, fondées sur des études cliniques longues et consciencieuses, trouvèrent cependant quelques contradicteurs [entre autres, M. Deschamps (d'Avallon)], qui prétendirent que c'était seulement au degré

de concentration alcoolique de l'absinthe que devaient être attribués tous les accidents reprochés à cette liqueur. J'adressai alors à l'Académie une Note dans laquelle j'en appelai à l'observation clinique des assertions de ce chimiste distingué.

» Les faits que j'ai recueillis depuis 1864 m'ont confirmé dans l'opinion qu'expriment les conclusions que je viens de citer. Or ce que m'avait appris l'observation clinique, les belles et intéressantes recherches que M. le Dr Magnan a communiquées à l'Académie, dans la séance du 5 avril dernier, viennent de le démontrer.

» Il est bien entendu que, sous aucun prétexte, je n'entends élever ici une question de priorité, que rien d'ailleurs ne saurait justifier; j'ai voulu seulement constater que les conclusions auxquelles est arrivé M. Magnan par ses expériences sur les animaux confirment les conclusions de mon Mémoire. »

CHIMIE ANIMALE. — *Sur la composition du cérumen.* Note de **M. J.-E. Petrequin.** (Extrait.)

« ..... En résumé, l'étude du cérumen nous a montré qu'il contient de la potasse, dans les matières que l'alcool et l'eau séparent et dans le résidu définitif.

» Un fait nouveau résulte de nos recherches, c'est que la potasse (que Vauquelin ni Berzélius ne font figurer dans le tableau de leurs analyses) joue ici le principal rôle : si le cérumen peut conserver longtemps à l'air sa consistance molle, c'est à cet alcali qu'il faut l'attribuer. Nous avons établi que, en dehors des matières grasses qu'enlève l'éther, il est principalement formé d'un *savon de potasse*. Est-il besoin de rappeler que les savons potassiques ont la propriété de rester *mous*, et qu'ils donnent une réaction plus alcaline que les savons sodiques, qui sont *durs*? Ce sont là deux caractères tranchés, qui sont mis en relief dans notre travail.

» Le cérumen, d'après nos recherches, renferme :

» 1° Un peu d'eau, soit un dixième environ;

» 2° Un corps gras formé d'oléine et de stéarine;

» 3° Un savon de potasse soluble dans l'alcool et l'eau, insoluble dans l'éther à froid;

» 4° Un savon de potasse insoluble dans l'alcool, soluble dans l'eau; ce dernier savon est formé de deux substances particulières, également solubles dans l'eau, et l'une d'elles seulement est soluble dans l'alcool;

» 5° Une matière insoluble dans l'éther, l'alcool et l'eau, sèche, et renfermant de la potasse, un peu de chaux et des traces de soude.

» L'analyse quantitative du cérumen représente, pour un gramme, d'après M. E. Chevalier :

	gr
Eau	0,100
Matière grasse dissoute par l'éther	0,260
Savon de potasse soluble dans l'alcool	0,380
Savon de potasse soluble dans l'eau, insoluble dans l'alcool	0,140
Matière organique insoluble	0,120
Chaux et soude	traces.
	1gr,000

» Ce qui ajoute à l'intérêt de nos recherches, si je ne me trompe, c'est l'étude comparative du cérumen chez les vieillards : en général, il est plus coloré, plus sec, à cassure comme résineuse; les éléments dont il se compose diffèrent notablement, quant aux proportions, comme nous l'avons exprimé dans le tableau suivant :

	gr
Eau	0,115
Matière grasse	0,305
Matière soluble dans l'alcool	0,170
Matière soluble dans l'eau	0,240
Matière insoluble	0,170
	1gr,000

» De nombreuses conséquences peuvent se déduire de nos recherches; nous nous bornerons à signaler les suivantes :

» C'est d'abord la diminution de moitié de la matière soluble dans l'alcool (0gr,170 au lieu de 0gr,380), matière qui a la proprieté de conserver presque indéfiniment une certaine viscosité.

» C'est ensuite, d'une part, le chiffre plus élevé de la matière soluble dans l'eau (0gr,240 au lieu de 0gr,140), ce qui rend la matière plus susceptible de se durcir par dessiccation, et, d'autre part, la prédominance de la matière insoluble et sèche (0gr,170 au lieu de 0gr,120).

» Ces diverses conditions, jusqu'ici ignorées, servent à expliquer les particularités que peut présenter le cérumen, suivant les âges et les maladies. »

SÉRICICULTURE. — *Sur une éducation remarquable de vers à soie, faite à Douéra.* Extrait d'une Lettre adressée à M. Dumas par **M. Lepage.**

» .... Voici quels ont été les moyens que j'ai employés, sous la direction de M. Perron, de Douéra, que j'ai souvent consulté.

» J'ai d'abord construit un certain nombre de claies en roseaux aplatis, encadrés par des traverses en bois, ce qui m'a procuré une surface plane laissant passer l'air; j'y ai d'abord placé mes vers, auxquels je fournissais quatre fois par jour des feuilles de mûrier hachées; après le premier sommeil, comme après tous les autres, je les ai délités, en ayant le soin de les placer sur des claies très propres et en continuant à leur donner quatre repas par jour, jusqu'au moment de la montée, mais en exceptant pour ces distributions les jours de sommeil; jamais je n'ai négligé de donner des feuilles non mouillées, ni d'entretenir une propreté extrême, choses essentielles selon moi; enfin, à l'époque de la montée, j'ai placé des bruyères, qui ont servi à tous pour y établir leur cocon.

» Toutes les personnes compétentes qui sont venues visiter ma petite magnanerie ont été frappées de mon succès, qui a dépassé toutes mes espérances: j'ai produit, avec une once de graine ou plus, 95 kilogrammes de cocons, qui m'ont été demandés de toutes parts pour faire de la graine. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur le régime pluvial de l'Algérie, d'après les observations de l'Administration des Ponts et Chaussées.* Note de **M. V. Raulin,** communiquée par M. Le Verrier.

» C'est seulement plus de sept années après notre prise de possession d'Alger que deux pluviomètres commencèrent à fonctionner dans la colonie, le 1er décembre 1837 : à Alger par les soins de M. Don de Cépian, et à Constantine par ceux de M. Vital, médecin principal de l'hôpital militaire. M. Aucour en installa un à Oran, le 1er janvier 1851, et six autres dans la province, de 1849 à 1863. M. Hardy, directeur de la pépinière centrale, en fit fonctionner un second à Alger, de 1855 à 1866. Dans la province de Constantine, il en a été établi sept, de 1854 à 1861 ; et en 1862, M. Cappès en a placé un aux mines d'Oum-Théboul, près de La Calle.

» Les observations d'Oran ont été publiées pour 1841-1866; celles de Mostaganem, pour 1854-1860; celles d'Alger, pour 1837-1863 et 1855-1866; enfin celles de Constantine, pour 1838-1847.

» Les observations des seize stations principales forment un total de

235 années, sur lesquelles il n'en a été publié que 87, appartenant à six stations, c'est-à-dire un peu plus du tiers. Quant à celles qui sont restées manuscrites, je les dois à la bienveillance de MM. les Ingénieurs en chef : Aucour, à Oran; de Serry, à Alger, et de Launay, à Constantine; et aussi à M. Vital et à M. Dumas, négociants à Sétif.

» A la fin de 1864, le Ministère de la Guerre a créé de petits observatoires météorologiques dans les principaux hôpitaux militaires; il y en a maintenant 32, ainsi répartis : province d'Oran, 4; province d'Alger, 17; province de Constantine, 11. Mais, d'après ce que j'ai dit ailleurs de la nécessité de séries d'une dizaine d'années au moins pour établir le régime pluvial d'un pays, on ne peut songer encore à utiliser ces observations.

» Le tableau suivant présente, seulement pour les seize stations, les moyennes mensuelles générales; elles sont réparties en deux catégories, procédant chacune de l'ouest vers l'est; la première comprend les huit stations du littoral, et la seconde les huit stations de l'intérieur :

	Localités.	Janv.	Févr.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Littoral.	Oran	90,6	72,9	53,3	46,2	32,6	7,4	1,3	1,5	17,9	35,9	62,1	61,5
	Mostaganem	62,2	58,7	57,6	35,0	25,5	12,1	1,4	1,8	19,5	52,2	66,7	62,2
	Alger (P. Ch.)	112,6	109,4	81,9	64,3	38,0	14,7	1,2	7,2	30,7	73,7	116,0	140,8
	Alger (Hardy)	138,9	111,4	109,8	79,5	37,4	24,1	0,8	5,7	19,1	75,5	114,6	172,6
	Bougie	190,7	149,8	152,0	121,4	57,8	44,8	1,2	12,2	40,9	128,5	178,1	238,2
	Djidjeli	113,7	122,0	125,1	105,8	30,2	56,6	5,6	9,6	37,7	120,5	163,5	179,3
	Philippeville	119,7	80,2	92,2	47,6	43,0	13,1	3,7	14,8	28,8	78,4	94,2	155,4
	La Calle	105,6	105,8	152,1	101,1	43,8	35,7	4,5	10,3	32,8	64,2	115,3	149,8
Intérieur.	Tlemcen	87,7	77,9	96,3	79,4	49,1	19,6	3,0	3,9	25,3	48,1	58,6	58,5
	Sidi-Bel-Abbès	53,1	53,6	52,9	55,6	19,7	8,3	2,5	13,8	20,5	28,1	38,2	36,3
	St-Denis-du Sig	67,1	52,4	53,4	43,7	25,4	13,5	0,0	2,1	17,4	26,7	48,5	37,9
	Mascara	65,2	47,8	53,5	68,2	16,0	12,7	0,1	3,4	18,5	40,5	51,5	42,1
	Jemmapes	82,6	95,1	105,0	74,4	41,7	23,8	8,3	12,1	36,7	64,2	91,7	106,4
	Constantine	109,7	65,3	97,0	68,1	43,0	34,1	9,3	13,0	27,0	50,3	67,9	99,6
	Sétif	40,6	48,3	64,6	48,8	36,1	24,8	3,0	14,0	29,1	31,1	37,3	45,4
	Batna	34,1	42,1	59,1	66,6	34,6	26,0	4,9	16,9	27,1	50,6	24,6	30,0

» Un second tableau donne les moyennes trimestrielles et annuelles générales pour les mêmes stations, ainsi que les années d'observations, l'altitude et la distance à la côte.

Localités.	Hiver.	Print.	Été.	Aut.	Années.	Années d'observ.	Altit.	Dist.
Oran	225,0	132,1	10,2	115,9	483,1	1841-1867 (27)	50m	0k
Mostaganem	183,1	118,1	15,3	138,4	454,9	1849-1867 (19)	80	0
Alger (P. Ch.)	362,8	184,2	23,1	220,4	790,5	1838-1867 (30)	0	0
Alger (Hardy)	422,9	226,7	30,6	209,2	889,4	1855-1866 (12)	0	0
Bougie	578,7	331,2	58,2	347,5	1315,6	1857-1866 (10)	30	0
Djidjeli	415,0	261,1	71,8	321,7	1069,6	1860-1867 (8)	40	0
Philippeville	355,3	182,8	31,6	201,4	771,1	1854-1867 (14)	60	0

Localités.	Hiver.	Print.	Été.	Aut.	Années.	Années d'observ.	Altit.	Dist.
La Calle.......	361,2	297,0	50,5	212,3	871,0	1862-1868 (7)	3m	0k
Tlemcen......	224,1	224,8	26,5	132,0	607,4	1853-1867 (15)	820	31
Sidi-Bel-Abbès.	143,0	128,2	24,6	86,8	382,6	1859-1867 (9)	470	41
St-Denis-du-Sig.	157,4	122,5	15,6	92,6	388,1	1857-1867 (11)	55	21
Mascara.......	155,1	137,7	16,2	110,5	419,5	1859-1867 (9)	580	33
Jemmapes.....	284,1	221,0	44,0	192,6	742,0	1859-1868 (10)	90	11
Constantine ...	274,6	208,1	56,4	145,2	684,3	1838-1868 (24)	640	44
Sétif.........	134,3	149,5	41,8	97,5	423,1	1855-1867 (12)	1077	34
Batna	106,2	160,3	47,8	102,3	416,6	1861-1868 (8)	1051	91

» Mes études pluviométriques sur le sud-ouest de la France m'ont amené à reconnaître que ce qui est le plus important et le plus caractéristique dans la chute de la pluie à la surface d'une contrée, ce n'est pas la quantité absolue d'eau qui tombe sur le sol pendant l'année, mais sa répartition entre les saisons et surtout entre chacun des mois. Dans la région méditerranéenne, il y a absence presque complète de pluie pendant la saison d'été. Les conditions topographiques, et surtout orographiques, exercent une influence énorme sur la quantité absolue de pluie, tandis qu'elles en ont fort peu sur la répartition mensuelle.

» Un examen attentif fait apercevoir que, sur le littoral, il y a prédominance des pluies de janvier à Oran et à Mostaganem, ensuite de celles de décembre à Alger, Bougie et Djidjeli; enfin, de celles de décembre et mars à Jemmapes et La Calle. Dans l'intérieur, il y a partout prédominance des pluies de janvier et mars ou avril à Tlemcen, Sidi-Bel-Abbès, Saint-Denis-du-Sig, Mascara, Constantine et Sétif. A Batna, c'est en mars et avril.

» Mais l'examen des quantités trimestrielles ou de saison établit une différence entre ces deux catégories : sur le littoral de l'Algérie, comme sur tout le littoral méridional du bassin occidental de la Méditerranée, du détroit de Gibraltar à Palerme, sur une longueur de 380 lieues, de 25 au degré, entre 36 et 38 degrés de latitude, le régime pluvial reste exactement le même; en outre d'une grande prépondérance des pluies d'hiver, il y en a une assez légère des pluies d'automne sur celles du printemps, ou bien l'inverse, parfois même dans des stations très-rapprochées; ces dernières forment une moyenne, on peut dire exacte, entre celles de l'hiver et celles de l'été; que la moyenne annuelle soit faible, comme à Oran (483) et Mostaganem (455), ou moyenne, comme à Philippeville (771), ou plus élevée, comme à Alger (790 et 889) et Djidjeli (1070), ou très-forte, comme à Bougie (1316).

» Aussitôt qu'on pénètre dans l'intérieur, sur les plateaux du Tell, on voit ces rapports changer; les pluies de printemps l'emportent parfois sur celles d'hiver et toujours notablement sur celles d'automne. Dans l'O. (province d'Oran), on voit les pluies de printemps dépasser la moyenne: à Saint-Denis-du-Sig, à 21 kilomètres de la côte; à Mascara, à 33 kilomètres; à Sidi-Bel-Abbès, à 41 kilomètres; elles égalent celles d'hiver à Tlemcen, à 31 kilomètres. Dans l'E. (province de Constantine), le fait d'une exubérance des pluies de printemps, déjà sensible à Jemmapes, à 11 kilomètres de la côte, est assez frappant à Constantine, à 44 kilomètres. Ces pluies deviennent supérieures à celles d'hiver à Sétif à 31 kilomètres, et encore davantage à Batna, à 91 kilomètres.

» Sous le rapport de la quantité annuelle de pluie qui arrive moyennement sur le sol, il y a de grandes différences entre les divers stations; et c'est surtout sur le littoral, là où les conditions d'altitude sont à peu près les mêmes, que les différences sont les plus considérables. D'Oran (483) et de Mostaganem (455), où la quantité est faible, elle devient presque double à Alger (790 et 889) et triple à Bougie (1316), pour diminuer graduellement à Djidjeli (1070), Philippeville (771) et Jemmapes (742); une nouvelle augmentation se produit à La Calle (871). Bougie possède ainsi un maximum plus considérable que celui de Gênes, sur la côte opposée, et à partir duquel les quantités vont en diminuant vers l'E. jusqu'à La Calle et même Palerme, et vers l'O. jusqu'aux frontières du Maroc; tout comme à partir de Gênes les quantités vont en diminuant soit vers le S.-E. à Naples et Palerme, soit vers l'O. et le S.-O. à Marseille, Perpignan et le long de la côte d'Espagne.

» Sur les plateaux elle est partout moindre que sur le littoral, tout aussi bien dans la province d'Oran à Sidi-Bel-Abbès (383), Saint-Denis-du-Sig (388) et Mascara (420) [une exception existe pour Tlemcen (607)], que dans la province de Constantine, à Constantine (684), Sétif (423) et Batna (417).

» Le décroissement de la quantité de pluie à partir de la côte vers l'intérieur doit être envisagé tant au point de vue du simple éloignement de la côte qu'à celui de l'altitude du sol. Il résulte de cet examen : 1° que dans les provinces d'Oran (à l'exception de Tlemcen) et de Constantine, la quantité de pluie va en diminuant à mesure qu'on s'éloigne de la côte, 2° que dans ces mêmes provinces (à l'exception de Tlemcen), la quantité de pluie va en diminuant à mesure qu'on s'élève au-dessus du niveau de la mer.

» Il est impossible de ne pas remarquer que la répartition de la quantité

relative de pluie sur la côte septentrionale de l'Algérie est en rapport avec la largeur du bassin occidental de la Méditerranée suivant les lignes méridiennes, c'est-à-dire de la nappe d'eau fournissant par l'évaporation les vapeurs dont la condensation donne naissance à la pluie.

» Les vapeurs d'eau ou les nuages qui arrivent ainsi de la Méditerranée se condensent en hiver principalement sur le littoral, première surface froide, quoique basse, qu'elles rencontrent. Au printemps, lorsque le sol se réchauffe, les vapeurs le dépassent et vont se condenser sur les plateaux encore froids, par suite de leur altitude. En été la haute température de l'air et du sol tout entier s'oppose à presque toute condensation, surtout sur le littoral, excepté pendant les orages; elle ne se produit plus que sur les hauts plateaux, quoique la majeure partie de la vapeur d'eau aille se disséminer et se perdre dans l'océan aérien si sec du Sahara et de tout l'intérieur de l'Afrique. Enfin en automne, lorsque le sol se refroidit, la quantité de pluie qui se produit sur le littoral est relativement supérieure à celle qui peut se faire sur les plateaux. »

ASTRONOMIE. — *Lettre de* M. **Winnecke** *sur le retour de la comète de* 1858 *et* 1859. (Communiqué par M. Le Verrier.)

« Karlsruhe 1869, avril 12.

» Le mouvement diurne de la comète étant en désaccord avec les nombres qu'on peut déduire de l'éphéméride de Linsser, A. N. 1739, j'ai attendu encore une nuit avant de commencer quelque calcul. Avec un micromètre à fils métalliques très-forts, j'ai obtenu les estimations suivantes, la comète étant, pour ma lunette, trop faible pour l'observation exacte :

	Temps moyen.	α*☉	δ*☉
1869, Avril 9	13h56m	10h32m3s	+33°58',5
10	13.10,5	10.30.7	+34.10,4
11	12.35	10.28.12	+34.23:

» En supposant que le passage par le périhélie aurait lieu, juin 30,0 Berl., je trouve avec les éléments que M. Linsser a déduits des observations de 106 jours en 1858 :

	Calcul moins observ.	
Avril 9	$\Delta\alpha = -6^m,3$	$\Delta\delta = +0',9$
10	−6,0	+1,2
11	−5,5	+0,3:

» Il s'ensuit que la comète est bien celle de 1819 et 1858, et que le temps

du passage doit être diminué de 30 minutes environ. L'erreur des calculs de M. Linsser est seulement $3\frac{3}{4}$ jours, accord fort satisfaisant après un laps de 11 ans.

» Nous reverrons la comète après sa conjonction avec le Soleil. Pour le 19 septembre, jour où la distance de la comète au Soleil est la même que le 9 avril, je trouve :

$$\log\Delta = 9,7667 \quad \text{et} \quad \alpha * ☉ = 474^{\circ}.26', \quad \delta * ☉ = -11^{\circ}.31'.$$

» Les positions approchées de la comète pour les jours suivants seront :

12^h T. M. Berlin.	$\alpha * ☉$	$\delta * ☉$	$\log r$.	$\log \Delta$.
Avril 14	155°.34',7	+34°.55',7	0,1491	9,8040
18	153.51,2	35.32,1	0,1352	9,7961
22	152.17,2	36. 0,7	0,1209	9,7883
26	150.54,5	36.22,2	0,1061	9,7803
30	149.45,0	36.37,1	0,0909	9,7717

» La nébulosité cométaire, de 8 minutes de diamètre, est parsemée de petis points luisants, de sorte qu'elle a l'apparence d'une nébuleuse résoluble de la troisième classe de Herschel. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Observation d'une aurore boréale, à Paris et dans les environs, le 15 avril à 8 heures du soir.* Notes de **M. E. Robert**, de **M. Chapelas** et de **M. Tremeschini.**

L'Académie reçoit les communications suivantes, concernant l'aurore boréale qui a paru dans la soirée du 15 avril, et qu'on a pu observer à Paris et dans les environs.

M. E. Robert. — « Hier 15 avril, sur les 8 heures du soir, je crois avoir été témoin d'une aurore boréale assez remarquable : le ciel était pur dans la région de la Grande Ourse, lorsque je vis un large faisceau de colonnes lumineuses, rougeâtres, se détacher des gardes de cette constellation et se porter vers l'E., comme dans le jeu d'un éventail que l'on déploie. Ce phénomène dura 10 minutes environ ; les colonnes ou rayons lumineux m'ont paru s'être constitués au milieu d'une masse de lumière diffuse de même couleur, ou rouge-orangé, qui a persisté quelques minutes encore après l'évanouissement du corps principal de l'aurole boréale. Deux heures après (10 heures), lorsque je croyais le phénomène passé, une grande clarté blanchâtre, comparable au jour qui précède le lever du soleil sous notre

latitude, et maculée, çà et là, de petits nuages noirâtres, illumina fortement la partie du ciel où l'aurore boréale s'était montrée : c'est à peine si l'on pouvait voir briller les étoiles; celles de la Grande Ourse étaient pour ainsi dire effacées, et de temps en temps des rayons rougeâtres, moins prononcés que dans le premier cas, s'élançaient vers le zénith. Cette clarté insolite ne m'empêcha cependant pas de voir un bolide se diriger de l'E. à l'O. vers la même constellation, où il disparut. A 11 heures, l'obscurité, survenue assez brusquement, était complète; le vent s'éleva et le temps se mit à la pluie.

» Si je me permets de faire cette communication à l'Académie, c'est que j'ai été frappé d'une ressemblance très-grande entre ce qui vient de se passer à notre horizon septentrional et ce que j'ai eu tant de fois occasion d'observer au nord de l'Europe.

» Bellevue, 16 avril. »

M. Chapelas. — « J'ai l'honneur d'adresser à l'Académie quelques détails sur l'aurore boréale que nous avons été à même d'observer dans la nuit du 15 au 16 avril courant, et qui est venue motiver les perturbations constatées dans les appareils télégraphiques.

» Dès 9 heures du soir, c'est-à-dire $1^h 23^m$ avant le coucher de la Lune, étant en observation, la teinte blanchâtre et lumineuse du ciel dans la direction du N., avait attiré notre attention. Je soupçonnai immédiatement la présence d'un aurore boréale. En effet, vers $10^h 5^m$ parurent les premiers rayons ou bandes lumineuses, qui en peu d'instants devinrent très-nombreuses et d'une intensité remarquable, émanant toutes d'un petit arc dont la circonférence brillante était parfaitement déterminée.

» Ces rayons, d'une couleur verdâtre très-prononcée à la base inférieure, présentaient au contraire à leur extrémité supérieure une nuance pourpre magnifique. Puis à certains moments, le phénomène changeant subitement d'aspect, la matière donnant naissance à ces rayons s'agglomérait sur plusieurs points, formant des amas ou plaques très-denses, très-brillantes, blanches au centre de l'aurore, rouges sang à la circonférence.

» A son maximum d'intensité, le phénomène s'étendait du N.-E. à l'O.-N.-O. de α du Cygne à la constellation du Petit Chien.

» D'après les mesures que nous avons prises, l'amplitude du grand arc serait de 115 degrés environ, et en altitude 50 degrés. Quant au petit arc, il ne s'élevait guère que de 15 degrés au-dessus de l'horizon, masqué en

partie par un rideau de nuages épais, qui, du reste, faisait d'autant mieux ressortir sa couleur verte et brillante.

» Le mouvement de translation de cette aurore, quoique peu sensible, était de l'E. vers l'O. Le phénomène, qui a véritablement duré 1 h 45^m, s'est éteint vers 11 heures, ne laissant plus dans le ciel que quelques traces blanchâtres, qui ont elles-mêmes bientôt disparu derrière les nuages, le ciel s'étant complétement couvert.

» Si l'on se reporte aux apparitions d'aurores boréales constatées antérieurement, et que l'on tienne compte des conditions météorologiques qui ont suivi ces phénomènes curieux, on peut voir que, dans la majorité des cas, ces apparitions ont été les avant-coureurs de bourrasques et de coups de vent. Ce qui s'est produit également aujourd'hui.

» Paris, 16 avril. »

M. Tremeschini. — « $8^h 10^m$, temps moyen de Paris. — Une bande lumineuse rougeâtre s'étend à l'ouest au delà de la constellation de Cassiopée et dépasse à l'est la constellation du Dragon. Dans ce sens, la bande mesure 70 degrés en moyenne. Du nord au sud la bande mesure 20 degrés en moyenne. Son centre apparent correspond d'une manière sensible au pôle magnétique. Il y a surtout à remarquer un simulacre de rideau de flammes, occupant la constellation de la Petite Ourse, et situé précisément entre les étoiles α et γ de cette constellation.

» Cette période du phénomène n'a pas duré moins de trois minutes.

» $10^h 40^m$. — La bande lumineuse rougeâtre reprend de l'intensité et augmente en étendue; sa position se trouve changée de 37 degrés relativement aux points de repère célestes que nous venons de signaler ci-dessus; mais elle reste la même par rapport à la Terre. Cette fois, le bord nord de la bande lumineuse est d'une couleur blanche éclatante, tandis que le reste, regardant le sud, continue à paraître rougeâtre. Un nombre infini de stries lumineuses, presque parallèles entre elles, parcourent la bande dans la direction du méridien magnétique. Ces stries paraissent de longueurs différentes, incessamment variables, et dans un état de vibration remarquable.

» A $10^h 45^m$, quelques nuages au nord interrompent l'observation. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Aurore boréale du 15 avril 1869*. Note de M. **Rayet**, communiquée par M. Le Verrier.

« Le 15 avril 1869, au soir, une aurore boréale a été vue dans une grande partie de la France.

» D'après un renseignement dû à M. de Vougy, Directeur général des Lignes télégraphiques, les lignes ont été parcourues par des courants magnétiques dont l'influence a commencé à se faire sentir dès midi. Tout travail a été impossible de 8 heures à 11 heures du soir.

» A Paris, le phénomène a commencé vers 8 heures du soir. « L'aurore » boréale était très-belle, avec jets lumineux s'élançant jusqu'au pôle. » A 11 heures, elle disparaît derrière les nuages. » (Note de M. Wolf.)

» Cette belle manifestation de l'électricité atmosphérique a également été observée dans les environs d'Amiens. M. Emile Comte (Albert-Somme) décrit ainsi le phénomène : « A 10 heures du soir, une remarquable aurore » boréale illumine tout le N.-O. On a commencé à l'apercevoir vers » 8 heures; des bandes de 3 à 8 degrés de largeur, d'un beau rouge rosé et » violacé, s'élancent de l'horizon vers le ciel et atteignent jusqu'à 60 ou 70 de- » grés d'altitude; elles présentent une intensité très-variable de lumière » et de force de projection. Parfois presque immobiles, les rayons pâlissent » et semblent disparaître pour s'élancer de nouveau en gerbes brillantes.

» L'aurore s'est presque éteinte vers 9 heures, puis s'est de nouveau » montrée vers 9 heures et demie et 10 heures avec une nouvelle force. » Peu à peu les bandes se sont effacées, et à 10 heures 45 minutes il ne » restait plus d'autres traces de ce splendide phénomène, qu'une illumi- » nation du N.-O. comparable à l'éclat d'un beau clair de lune. Le temps » avait été très-orageux dans la seconde partie de la journée. »

» L'aurore a été également vue dans le Loir-et-Cher. (Note de M. Poignard, maire de Maray.)

» Une Lettre de M. Cruzel (Vergnassade, près Montclar, Lot-et-Garonne) constate que l'illumination a été aperçue jusque dans le midi de la France. « Après une journée de pluie, dit M. Cruzel, par des vents de la » région ouest, le ciel s'était éclairci et les étoiles brillaient d'un vif éclat; » quand une belle aurore boréale d'un rouge rosé s'est montrée vers » 8 heures dans l'espace compris entre Cassiopée et la Tête-du-Dragon, à » égale distance de la Petite Ourse et de l'horizon. Le milieu de l'aurore » qui se développait *horizontalement* a été, pendant environ deux minutes,

» occupé par une bande lumineuse d'un jaune assez éclatant et *perpendi-*
» *culaire* à l'horizon. Plus tard, l'aurore s'étant portée un peu plus vers
» l'ouest, une nouvelle bande lumineuse, plus étroite, s'est montrée pen-
» dant un instant. A $8^h 30^m$ tout était revenu à l'état normal. » On n'a donc vu que la première phase du phénomène dans le Lot-et-Garonne.

» M. Lau de Lussignan, au château de Lau (département du Gers: 2° 26′ longitude ouest, 43° 47′ latitude nord, altitude 126^m), a vu l'aurore. M. Lau de Lussignan écrit à ce sujet : « Dans la soirée d'hier 15 avril, le temps a
» paru vouloir revenir au beau. Le ciel est devenu plus pur. Cela a permis
» d'apercevoir, dans la direction du nord franc, une aurore boréale, qui,
» malheureusement, a été de courte durée. Elle a débuté par deux colonnes
» de feu se dressant sur l'horizon; puis une teinte rougeâtre s'est étendue
» en forme d'arc dans cette région du ciel. Elle n'a pas tardé à s'effacer.
» Le phénomène a eu lieu vers $7^h 30^m$ ou $7^h 45^m$ du soir, heure du méri-
» dien de la longitude indiquée en tête de ce compte rendu. »

» Comme d'usage, des perturbations magnétiques plus ou moins intenses ont été observées le 15 avril au soir et le 16 au matin, dans les observatoires de Greenwich, Livourne et Paris. La coïncidence des aurores boréales et des perturbations de la déclinaison de l'aiguille aimantée a été découverte par Cassini IV, en 1781.

» A Paris, la perturbation n'a commencé que tard dans la soirée. A 4 heures, la déclinaison était de 18° 14′,8, la moyenne normale se trouvant aujourd'hui de 18° 16′,4. La déclinaison était faible; mais l'écart est de la grandeur de ceux que l'on observe assez souvent. Le lendemain matin, 16, la déclinaison était, au contraire, de 3 minutes plus grande que de coutume. C'était la fin de la perturbation.

» Nous devons ajouter que le 14 et aussi le 15, de nombreux orages ont éclaté dans l'est et le nord-est de la France.

» Les aurores boréales semblent, du reste, plus fréquentes cette année que les précédentes. Déjà ce phénomène avait été observé au nord de l'Europe, dans les nuits du 2 au 3 et du 8 au 9 avril.

» Ces trois aurores se sont produites dans des circonstances météorologiques identiques; elles ont coïncidé avec un changement brusque du temps, avec l'apparition d'une dépression barométrique sur la mer du Nord ou les côtes de Norwége, et, par conséquent, avec l'arrivée d'une bourrasque.

» Le 1^{er} avril, le vent souffle de l'O. ou de l'O.-N.-O. en Écosse et sur les côtes de Norwége; le baromètre est à 762 millimètres à Nairn. Le 2, au matin, une baisse de 16 millimètres se produit en Écosse, le vent est, dans

cette région, du S.-E. ou du S.-S.-O., et les courbes isobares indiquent l'existence d'une bourrasque au nord-ouest de l'Écosse. Le 3, la dépression barométrique est située sur la mer du Nord. Dans la nuit du 2 au 3, une aurore avait été observée en Suède, à Stockholm et Hernosand. Les 4, 5 et 6, la dépression barométrique marche vers l'E. et disparaît. Le temps redevient calme sur le nord-ouest de l'Europe.

» Du 7 au 8 et au 9, une baisse barométrique au nord de la Suède et à Pétersbourg, suivie le 10 d'une hausse très-rapide, indique le passage d'une bourrasque dans l'extrême nord de l'Europe. Une aurore est observée à Stockholm dans la nuit du 8 au 9.

» Du 10 au 13, les pressions sont assez fortes et le temps calme sur l'Irlande et l'Écosse; entre le 14 et le 15, le baromètre baisse de 10 millimètres à Valentia, et la physionomie des courbes indique l'approche d'une bourrasque. Le 16, un centre de dépression bien limité se trouve sur l'Angleterre. On sait que la nuit du 15 au 16 a été signalée par une aurore. Les jours suivants la bourrasque marche au S.-E.

» La coïncidence des aurores boréales avec les changements de temps est un fait anciennement présenté. D'après une Note de M. de Saussure, citée par Arago (*Notices scientifiques*, t. Ier, p. 694), les habitants des Orcades affirment que les aurores sont les avant-coureurs du mauvais temps. Les études de M. de la Rive font d'ailleurs facilement comprendre comment au moment où les courants de S.-O. remplacent les courants de N.-E., on peut trouver les conditions atmosphériques nécessaires à un échange électrique lumineux des électricités contraires, l'une apportée par le courant de S.-O., l'autre accumulée dans la terre. Depuis notre entrée à l'Observatoire, nous avons à plusieurs reprises fait remarquer la liaison entre l'apparition des aurores boréales et le passage des bourrasques; la première mention de ce fait remonte à décembre 1865, et depuis elle a été reproduite bien souvent. Dans une Note lue à la Société météorologique de France le 12 novembre 1867, je me suis efforcé de démontrer, par la comparaison des Cartes du *Bulletin international* avec les observations magnétiques de Paris, que toutes les perturbations magnétiques, de quelque importance, constatées à l'Observatoire coïncidaient avec le passage d'une bourrasque au voisinage des côtes de France. Le caractère de la perturbation est différent suivant que les dépressions barométriques passent au nord ou au sud de Paris. Ce dernier point était nouveau, je crois.

» Dans un tout récent Mémoire (*Transactions* pour 1868), M. Airy vient de montrer que les perturbations de l'aiguille aimantée étaient toujours précédées par des courants électriques terrestres intenses.

» L'ensemble des faits précédents me semble montrer que les aurores boréales, et d'une manière générale les perturbations magnétiques, sont une des diverses manifestations qui accompagnent la rupture de l'équilibre de notre atmosphère. »

M. Morren informe l'Académie qu'il se propose de reprendre quelques-unes de ses expériences sur la phosphorescence des gaz raréfiés, en même temps que celles de *M. Sarrazin :* ces dernières conduisant, d'après ce qui a été exposé dernièrement à l'Académie par M. de la Rive, à des conclusions contraires aux faits observés par M. Morren, il est nécessaire de répéter comparativement les unes et les autres.

M. Rabache adresse quelques observations relatives au choix de l'unité dans la fixation des équivalents chimiques. Il fait remarquer que, en prenant pour unité l'équivalent de l'hydrogène, on est conduit, pour les équivalents de certains corps, à des nombres entiers augmentés de la fraction 0,5 ou de la fraction 0,25. Si donc on représentait l'équivalent de l'hydrogène par 4, ce qui reviendrait à considérer cet équivalent comme correspondant à quatre atomes placés aux sommets d'un tétraèdre régulier, on ferait disparaître toutes les anomalies de ce genre

M. L. Delaporte adresse quelques remarques concernant l'influence de la pression dans les actions chimiques.

M. de Masquart adresse un dessin représentant des arborisations produites à la surface d'une vitre par de l'eau mélangée de craie en poudre.

M. Broche adresse de Bagnols (Gard) une Note concernant une découverte qu'il pense avoir faite, au sujet des caractères de la vie en général.

A 5 heures, l'Académie se forme en comité secret.

La séance est levée à 6 heures.

D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 19 avril 1869, les ouvrages dont les titres suivent :

De l'espèce et de la classification en zoologie; par M. L. AGASSIZ; traduction de l'anglais, *par* M. Félix VOGELI. Paris, 1869; 1 vol. in-8°.

Études théoriques et pratiques d'agronomie et de physiologie végétale; par M. Is. PIERRE, t. II, *Plantes fourragères; graines et produits dérivés*. Paris, sans date; 1 vol. in-12.

Fragment d'étude sur les assolements et sur les engrais; par M. Is. PIERRE. Caen, 1869; br. in-8°.

Observations sur le Mémoire de M. Pictet, intitulé : Étude provisoire des fossiles de la Porte-de-France, d'Aizy et de Lémenc; *par* M. HÉBERT. Paris, sans date; opuscule in-8°. (Extrait du *Bulletin de la Société géologique de France*, 1868.)

Mélanges de physique et de chimie pures et appliquées; par M. l'abbé MOIGNO. Paris, 1869; in-12.

Fontenelle et Cideville. Correspondance et documents inédits, 1742-1757; par M. DECORDE. Rouen, sans date; br. in-8°.

Observations sur la curation des maladies organiques de la langue; par M. le Dr DÉCLAT. Paris, 1868; 1 vol. grand in-8°.

Mélanges de chirurgie, d'ophthalmologie et d'hygiène publique; par M. A UYTTERHOEVEN. Bruxelles, 1859; 1 vol. in-8°.

The... *Monographie des reptiles fossiles botaniques de l'argile de Kimmeridge; par* M. Rich. OWEN. Londres, 1869; in-4° avec planches. (Présenté par M. P. Gervais.)

Annales Musei botanici Lugduno-Batavi, t. IV, fasciculus 1 à 5. Amsterdam, 1868-1869; in-folio avec planches.

The... *Transactions de la Société Linnéenne de Londres*, t. XXVI, 1re partie. Londres, 1868; in-4° avec planches.

The... *Journal de la Société Linnéenne: Botanique*, t. IX, nos 40 à 46. Londres, 1867-1868; 8 nos in-8°.

The... *Journal de la Société Linnéenne : Zoologie*, t. IX, nos 36 à 42. Londres, 1867-1868; 7 nos in-8°.

The... *Journal de la Société Linéenne: Procès-verbaux*, 1866-1867. Londres, 1867; br. in-8°.

List... *Liste des membres de la Société Linnéenne de Londres*, 1867. Londres, 1867; br. in-8°.

Orographie... *Orographie des Alpes suisses; par* M. le prof. STUDER. Sans lieu ni date; in-12.

Vortrag... *Sur la théorie des courants stationnaires des liquides soumis aux frottements; par* M. HELMHOLTZ. Sans lieu ni date; br. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 12 avril 1869.)

Page 760, ligne 5, *au lieu de* calcul des flexions, *lisez* calcul des fluxions.

Page 761, second alinéa, ligne 5, *au lieu de* en conjonction avec Saturne, *lisez* du côté de Saturne, sur les confins de l'hémisphère.

Page 794, ligne 5, *au lieu de* dans la direction, *lisez* du côté.

Page 879, ligne 17, *au lieu de* M. Guyon, *lisez* M. Guillon.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 26 AVRIL 1869.

PRÉSIDENCE DE M. CLAUDE BERNARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Sur la Lettre de Galilée du 5 novembre 1639; par* M. Chasles.

« Il s'agit de la Lettre du 5 novembre 1639, signalée par M. Charavay comme étant écrite par Galilée, et « ne trahissant pas le moins du monde l'affaiblissement de sa vue, non plus que les Lettres précédentes (du même Recueil) ». M. Govi, après avoir passé en revue, pour la centième fois, les manuscrits galiléens de Florence, a déclaré que cette Lettre ne s'y trouvait pas. — Voilà une question à éclaircir, ai-je dit alors (séance du 29 mars 1869).

» M. Charavay s'est fort ému naturellement de cet incident, et a écrit à Florence. M. le Directeur de la Bibliothèque nationale lui a fait parvenir une déclaration officielle, écrite et signée par lui, et signée aussi par ses deux adjoints, constatant que la Lettre existe dans le tome IV, partie I, n° 105 *bis;* mais qu'elle n'est point autographe, ainsi qu'il résulte du contenu de la Lettre elle-même, et qu'elle est de la main de Vincent Galilée, le neveu de l'illustre Astronome, qui imitait si parfaitement l'écriture de son oncle, que la Lettre peut paraître douteuse aux calligraphes les plus experts.

» Voici cette déclaration :

DIREZIONE
DELLA
BIBLIOTECA NAZIONALE.

Firenze a di 14 aprile 1869.

Il sottoscritto dichiara per la verità e presenti due testimoni cioè il sig. Desiderio Chilovi preposto ai libri a stampa di questa Bibl. e il sig. Torquato Milanesi, che la Lettera di Galileo Galilei allegata dal sig. Gabriele Charavay nel n° 19 dic. 1868 della *Revue des Autographes*, etc., non è autografa come l'attesta la lettera medesima in cui legge: *Tal libro mi andò male nè so il qual modo* (parla delle sue osservazioni sopra il Tasso e l'Ariosto); *ora non mi parrà grave per dare quello che più potrò di satisfazzione a V. S. Illustrissima ripigliare detti Poemi e fare una nota de riscontri delle materie, e concetti simili nell' uno e nell' altro; ma perchè mi è necessario servirmi degli occhi di altri, e la lontananza della Città mi rende più raro il commerzio degli amici*, etc. — Questa lettera è scritta di mano di Vincenzio Galilei, e anco da lui sottoscritta, benchè tanto bene imitasse il carattere dello zio da rendere dubbiosi i più esperti calligrafi. La data di questa Lettera è : D'Arcetri li 5 di novembre 1639 (chiarissimo) ed è inscrita nel Tomo IV, parte I[a], n° 105 bis. Lettere Familiari.

GIUNIO CARBONE; DESIDERIO CHILOVI; TORQUATO MILANESI.

» Il résulte de là que la méprise de M. Charavay aurait été fort excusable; je ne pouvais en douter. Y aurait-il eu méprise aussi, au sujet des deux autres Lettres de Galilée des 16 mai 1640 et 9 mars 1641, acquises par le dernier Grand-Duc, *que l'on croyait autographes*, a dit M. Charavay, et qu'il a jugé être écrites et signées au nom de Galilée. Il est à regretter qu'il ne se trouve pas un mot de ces deux Lettres dans la déclaration ci-dessus.

» Cette assertion, qu'*on les avait crues autographes* jusqu'ici, a son importance; on ne saurait le nier. Le prix auquel elles ont été acquises par le dernier Grand-Duc, par l'intermédiaire peut-être, ou sur la proposition même de MM. les Administrateurs de la Bibliothèque, pourrait indiquer si effectivement on les croyait alors autographes.

» Mais je reviens à la Lettre du 5 novembre, qui donne lieu naturellement à deux remarques que je ne puis omettre; MM. Govi et Alberi le comprendront bien :

» 1° Comment se fait-il que M. Govi n'ait point trouvé la Lettre du 5 novembre 1639 dans aucune des deux séries des Mss. Galiléens, série des *Lettres scientifiques* et série des *Lettres familières*, où il l'a cherchée?

» 2° Pourquoi M. Alberi n'a-t-il pas inséré cette Lettre dans son Recueil des OEuvres de Galilée, où il donne les trois Lettres des 24 mai 1640, 6 avril 1641 et 20 décembre 1641, mentionnées par M. Charavay comme faisant suite à celle-là? Pourquoi cette exclusion de la Lettre du 5 novembre 1639? Et, en outre, comment se fait-il que les deux Lettres acquises par le dernier Grand-Duc, qui devaient paraître alors d'une grande importance par leur

date, si on les croyait réellement autographes, ne se trouvent point non plus dans ce Recueil, dédié au Grand-Duc (*patrono della edizione*), dont le premier volume a paru en 1842, le tome VII, où les Lettres auraient trouvé leur place naturelle, en 1848, et les autres à des époques successives jusqu'en 1856, date du tome XV et dernier, et d'un volume supplémentaire où se trouvent deux Lettres de Galilée?

» S'il n'existe à Florence aucune Lettre de Galilée écrite par lui dans le cours de sa prétendue cécité, c'est-à-dire à partir des derniers jours de 1637, je puis renouveler à l'Académie l'assurance que j'en possède plus de trois ou quatre cents écrites durant les quatre dernières années de l'illustre astronome, lesquelles font partie d'un ensemble de plus de deux mille, comme je l'ai dit. J'ajouterai que dans cette collection de Lettres écrites généralement en français, il s'en trouve un certain nombre écrites en italien, dont la plupart sont indiquées comme minutes. Quelques-unes sont adressées à Diodati, et Galilée y a parfois ajouté cette mention : cette Lettre a esté par moy translatée en françois et envoyée à mien ami Elia Diodati, à Paris (1). »

« **M. Le Verrier**, à l'occasion de la nouvelle communication de M. Chasles, rappelle qu'on est convenu, dans la dernière séance, d'une discussion scientifique sur la valeur des documents relatifs à l'astronomie et attribués par M. Chasles à Pascal.

» M. Le Verrier désirerait savoir si, comme il le comprend, la discussion portera sur les documents communiqués jusqu'à ce jour et ainsi bien connus, ou bien si M. Chasles entendrait faire intervenir de nouvelles pièces qu'il aurait en sa possession et connaîtrait seul. Dans cette dernière hypothèse, on se trouverait retomber dans les inconvénients qui ont déjà forcé à se dissoudre une Commission nommée par l'Académie. »

ASTRONOMIE. — *Étude spectrale de diverses régions du Soleil, et rapprochements entre les spectres obtenus et ceux de certaines étoiles.* Lettre du **P. Secchi** à M. le Secrétaire perpétuel.

« Rome, ce 13 avril 1869.

« Dans ma dernière communication, j'informais l'Académie des phénomènes singuliers que présentent les spectres des taches solaires; je viens compléter cette communication, en exposant d'autres détails importants

(1) Une Lettre datée de Florence, 17 décembre 1610, inscrite dans le t. VI, p. 129, des OEuvres de Galilée, et dont le destinataire est resté inconnu, est adressée *al Giovani Keplero.*

que j'avais entrevus alors, mais que je n'ai pu constater convenablement que dans la dernière grande tache, encore visible dans ce moment. Les observations optiques ordinaires ont été faites avec l'oculaire polariscopique, qui permet de voir la couleur propre des objets dans le Soleil; les observations spectroscopiques ont été effectuées avec l'instrument à trois prismes. Mais cette fois, pour avoir une image plus pure et exempte de toute aberration chromatique, la projection était faite avec un objectif de faible pouvoir achromatique, appartenant à un excellent microscope d'Amici; la tache avait un diamètre de 20 millimètres au moins.

» Ne pouvant vous envoyer de figures, je décrirai la tache en quelques mots. Les 11, 12 et 13 courant, elle présentait un double noyau ovale, environné d'une vaste pénombre suivie de queues formées de petites taches. Les deux noyaux principaux étaient séparés par un *pont* très-étroit et très-brillant, qui partageait toute la tache en deux, traversant aussi la vaste pénombre d'un côté à l'autre. Toute la pénombre était couverte de ces petites langues lumineuses qu'on appelle *grains* ou *feuilles*, en nombre incalculable et présentant des dimensions très-petites et presque identiques. Ces feuilles étaient rangées en faisceaux, convergents vers le centre des noyaux. Le *pont* lui-même paraissait formé de petites feuilles, alignées l'une après l'autre sur une double ligne. On constatait facilement que ces feuilles n'étaient que les petits grains qui formaient le fond réticulé de la photosphère, et qui se séparaient et s'allongeaient pour se disperser sur la pénombre. L'intérieur des noyaux était plein de voiles rosés, contournés et enchevêtrés de toutes manières.

» Profitant d'un état atmosphérique admirable, j'ai fait usage du spectroscope, et j'ai immédiatement confirmé tout ce que j'avais annoncé dans ma communication précédente, relativement à l'élargissement des raies dans l'intérieur des taches, et à l'apparition de lignes nébuleuses environnant les lignes plus fines. J'ai cherché alors quelles étaient les raies qui se dilataient davantage, et j'ai constaté que les plus sensibles sont la raie 7 de Van der Willigen et la raie 10, correspondantes aux raies 719,5 et 864 de Kirchhoff. Dans les noyaux, elles devenaient au moins trois fois plus noires et plus larges que dans le spectre ordinaire, tout en *restant tranchées* aux bords. De plus, dans le milieu de l'intervalle qui sépare C de D, se formait une zone très-sombre, due à une foule de lignes nébuleuses qui se formaient et se renforçaient en se dilatant visiblement. Mais ce qui faisait un étrange contraste avec cet aspect général de toutes les raies, c'était la raie C de l'hydrogène, qui s'effaçait complétement presque partout, et surtout dans les pénombres.

» J'ai mis la fente de l'instrument perpendiculaire au pont qui traversait la tache, et alors j'ai vu trois espèces de spectres bien tranchées dans le même champ de vision : 1° le spectre solaire ordinaire; 2° celui des taches avec les lignes noires et les bandes renforcées; 3° les raies de l'hydrogène, disparues presque partout sur la pénombre, mais *devenues brillantes* sur le pont et sur la partie des noyaux la plus voisine de lui. Je ne saurais expliquer cet ensemble de phénomènes par de simples changements d'intensités : il y a évidemment ici une absorption très-puissante, et un renversement de raies, qui s'effectue manifestement aux points correspondants aux voiles rouges existant dans l'intérieur des noyaux. On a voulu, il est vrai, attribuer à une illusion d'optique ces voiles rosés, mais il faudrait être bien mauvais observateur pour s'y méprendre : leur aspect contourné, en filets très-minces et entrelacés, suffit pour les distinguer des franges dues à l'aberration chromatique, et en faire reconnaître la réalité. Ces voiles ne sont donc autre chose que les protubérances rouges, comme je l'avais déjà dit : aujourd'hui, nous avons en outre la démonstration directe du renversement du spectre.

» Mais une classe de phénomènes encore plus intéressants a attiré mon attention : la zone obscure qui se développe par absorption dans les noyaux, entre les raies D et C, m'a fait chercher s'il n'y en avait pas d'autres. Effectivement, j'ai constaté que, dans quatre régions du spectre, cette absorption devenait plus sensible que dans le reste : 1° l'une de ces régions se trouve dans le rouge, près de C, du côté de B ; 2° une autre près de la raie D ; 3° un espace assez vaste dans le vert, et ce qui est plus remarquable, j'ai observé que, sur le fond de cette nébulosité sombre, brillaient des raies lumineuses, séparées deux à deux par des intervalles médiocres, qui échappaient évidemment à toute absorption ; 4° enfin une autre bande dans le bleu, près de f. Il était impossible de regarder ce spectre si modifié sans songer au spectre de certaines étoiles, et surtout de α d'Orion. L'aspect du spectre dans l'intérieur des taches est, par les pénombres, parfaitement semblable au spectre d'Arcturus et d'Aldébaran, étoiles dans lesquelles les raies sont très-faciles à séparer, et assez larges, pendant que le spectre de notre Soleil ressemble plutôt à celui de Pollux par ses raies très-fines et déliées. Les bandes sombres du rouge et les autres rappelaient les bandes de α d'Orion, et j'ai effectivement trouvé qu'elles leur correspondaient. Mais ce qui me paraît plus important encore est le système des couples de raies brillantes, qui rappellent parfaitement celles de la région verte de ces étoiles.

» Il est impossible, en comparant les deux classes de spectres, de repousser l'idée que le Soleil lui-même nous présenterait un spectre comme celui d'Aldébaran ou d'Arcturus si sa lumière était partout comme dans les pénombres, et comme celui d'α d'Orion ou de θ de la Baleine, s'il était réduit à la lumière des noyaux des taches. Cette conséquence paraîtra peut-être un peu étrange à ceux qui croient à un noyau obscur, mais les faits sont bien loin de confirmer une telle hypothèse.

» J'ai dit d'abord que les raies 7 et 10 de Van der Willigen étaient très-modifiées; mais ce ne sont pas les seules: il y en a un grand nombre d'autres qui le sont de la même manière. Ces deux raies appartiennent au calcium. Des phénomènes pareils se développent dans le groupe voisin du fer, et surtout dans le groupe compris entre les raies 1207 et 1241 de Kirchhoff et dans celui dont le milieu correspond à la raie 1421 de Kirchhoff. Ces raies deviennent plus fortes et restent bien tranchées. Or beaucoup de ces raies appartiennent au fer, et j'en ai identifié un grand nombre. Au contraire, les raies du magnésium ne sont que très-faiblement influencées; les raies du sodium, qui s'élargissent, mais deviennent nébuleuses aux bords et en quelques autres points, sont peu influencées. De là, on pourrait conclure que ces vapeurs sont, à des hauteurs différentes, en proportions très-diverses. L'hydrogène, qui les surmonte toutes, paraît renversé; le sodium et le magnésium, plus lourds, sont plus sensibles dans les taches; le calcium et le fer, encore plus lourds, forment une couche plus épaisse au fond des taches. C'est ainsi que nous voyons l'acide carbonique, dans notre atmosphère, se diffuser partout et acquérir cependant une densité plus grande dans les bas-fonds.

» L'application des phénomènes que nous venons de décrire aux étoiles variables est manifeste : ces étoiles devraient leur variabilité à des causes semblables à celles qui agissent sur les taches de notre Soleil; il faut en excepter Algol et λ du Taureau. La ligne F dans le Soleil n'est pas simplement due à ce gaz : elle n'est renversée près du bord que *par moitié*, l'autre moitié reste noire du côté du violet. L'instrument est trop puissant pour qu'on puisse attribuer ce résultat à une erreur qui lui serait due. »

M. Ch. Sainte-Claire Deville présente les remarques suivantes sur les diverses circonstances qui ont accompagné l'aurore boréale du 15 avril :

« Les intéressantes communications de MM. Quetelet et de Fonvielle (1)

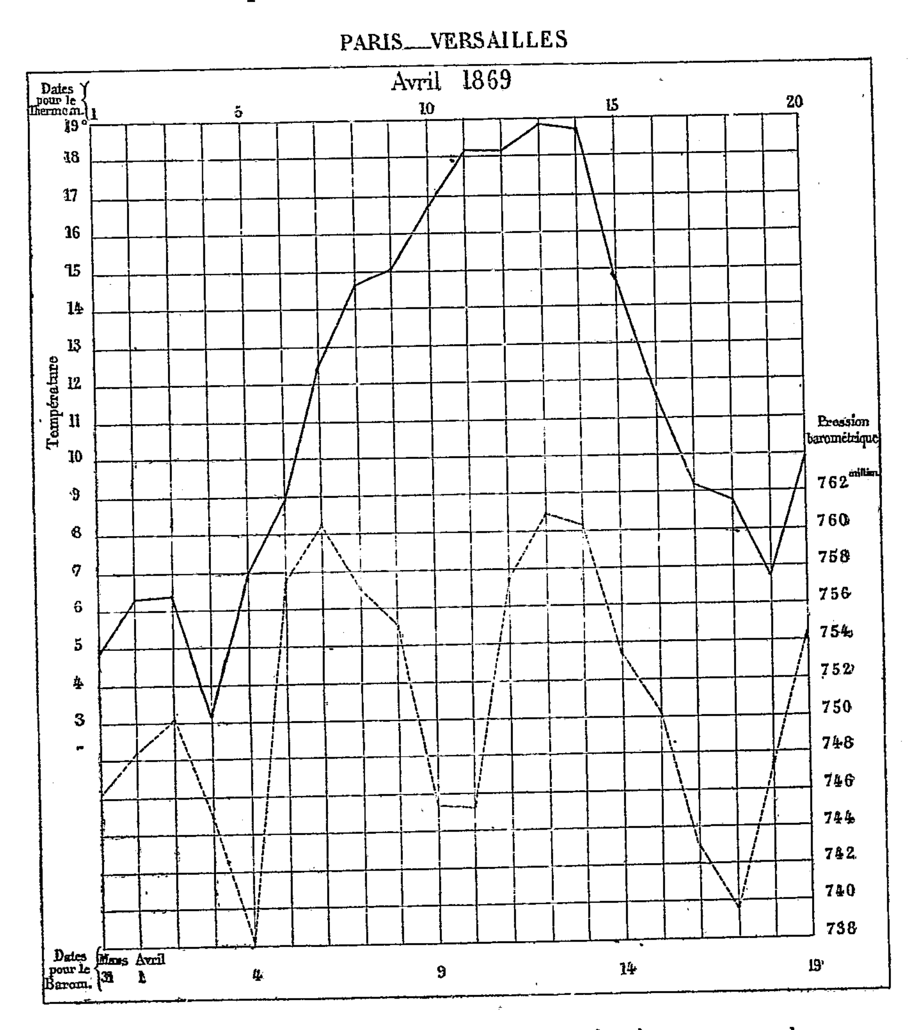
---

(1) *Voir* ces communications à la Correspondance, p. 990 et 991.

m'engagent à revenir sur les circonstances qui ont accompagné le phénomène du 15 avril et dont quelques-unes ont été parfaitement analysées par M. Rayet, dans sa Note du 19 avril (1).

» Ce savant fait observer avec raison que, dans cette occasion, comme en une foule d'autres, la manifestation de l'aurore boréale a coïncidé avec un changement de temps, avec une forte dépression barométrique et l'annonce d'une bourrasque dans le nord de l'Europe.

PARIS_VERSAILLES



» D'un autre côté, je crois avoir mis hors de doute que, dans nos climats moyens, il existe un rapport frappant entre les oscillations de la

(1) Page 950.

pression barométrique et celles de la température : rapport qui se traduit par une avance variable du baromètre sur le thermomètre. Il en résulte que l'aurore boréale devra, en général, être accompagnée d'une variation brusque dans la température. C'est, en effet, ce qui s'est produit très-nettement dans la période qui s'étend du 4 au 19 avril, comme on peut s'en assurer en jetant les yeux sur la courbe pleine du diagramme ci-joint (1). Les trois termes extrêmes de la température moyenne de Paris et de Versailles sont 3°,2; 18°,9 et 6°,8. Il y a donc eu dans la température *moyenne* un mouvement de près de 16 degrés en quelques jours. La pression moyenne a varié entre 738 et 761 millimètres : différence, 23 millimètres.

» On remarquera que, contrairement à ce qui a lieu d'ordinaire, une oscillation entière du baromètre (du 6 au 12 avril) manque d'équivalent dans la courbe thermométrique, ou, du moins, n'y est représentée que par les deux légers crochets du 8 et du 11 avril. Cela semble indiquer l'existence d'une cause particulière d'échauffement pour l'air, qui a dominé tout.

» L'élévation de la température qui se produit généralement vers le milieu d'avril a quelque chose de périodique; notre regretté Correspondant, M. Petit, Directeur de l'Observatoire de Toulouse, en avait déjà fait la remarque, et, en jetant les yeux sur les Planches N, O, P, Q, R, qui accompagnent ma Huitième Note *sur les variations périodiques de la température* (2), on s'aperçoit de suite que les courbes de la température moyenne se relèvent partout vers le vingt-cinquième *jour quadruple*, composé des 15 janvier, 15 avril, 17 juillet et 18 octobre. Les *jours dodécuples* (*Pl.* S) montrent la chose plus nettement encore.

» Ces brusques variations dans la température ne paraissent pas avoir été sans influence sur la santé publique, si l'on en juge par les nombres suivants, que j'emprunte au *Weekly return*, publié à Londres. Les décès constatés dans cette ville pendant la semaine qui finit avec le samedi, 17 avril, ont été de 1595. Le nombre moyen des décès pour cette quinzième semaine de l'année est, en tenant compte de l'accroissement de la popu-

---

(1) Ce diagramme présente les allures comparatives de la température (courbe pleine) et de la pression (courbe ponctuée). Chaque nombre est la moyenne de deux nombres, Paris et Versailles. Pour la température, on a combiné les moyennes diurnes observées à Montsouris et par le docteur Bérigny à Versailles. La pression barométrique est la moyenne de midi à Paris (2e étage d'une maison de la rue du Regard) et de $\frac{9^h \text{ matin} + 4^h \text{ soir}}{2}$, à Versailles.

(2) *Comptes rendus*, t. LXIV, p. 933.

lation, 1520. Les décès de la présente semaine ont dépassé cette moyenne de 75 et de 45 ceux qui avaient été constatés pour la semaine précédente.

» J'ai pu, grâce à l'obligeance de M. Motheré, chef du bureau de Statistique de la Préfecture de la Seine, me procurer la liste des décès constatés à Paris pendant les sept mêmes jours d'avril (1). Ce nombre s'élève à 982; le nombre moyen des décès pour la même semaine, que j'extrais de l'excellent *Bulletin de Statistique municipale*, publié, pour les quatre dernières années, par les ordres de M. le Préfet de la Seine, est de 952. Le sens de la variation a donc été le même qu'à Londres.

» Enfin, il ne paraîtra peut-être pas hors de propos de faire remarquer que le milieu d'avril est une des dates citées pour les retours périodiques d'étoiles filantes (2). Le savant Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences de Bruxelles, M. Quetelet, dans l'un des deux beaux Mémoires qu'il a publiés sur les Catalogues d'étoiles filantes, montre, en effet, qu'il y a d'assez bonnes raisons de croire à des rapports de périodicité entre les aurores boréales et les étoiles filantes. « Ces rapprochements, ajoute-t-il, ne » prouvent sans doute pas que les étoiles filantes et les aurores boréales » doivent être rangées dans une même classe et ont une même origine; » mais on peut raisonnablement supposer que les causes qui amènent les » unes peuvent favoriser la naissance des autres. »

» Dans la série des recherches que je poursuis sur la périodicité des phénomènes atmosphériques, je me suis toujours gardé de traiter la question des *causes*, persuadé qu'avant de chercher à expliquer un fait ou un rapport entre les faits, il faut d'abord bien connaître ce fait ou ce rapport. Mais, pour rendre plausibles les rapprochements que je viens de faire entre des phénomènes fort différents les uns des autres, il suffirait d'admettre que le passage d'une nuée d'étoiles filantes peut amener une perturbation dans la température des couches de l'atmosphère : supposition qui n'a, assurément, rien de bien hardi. »

---

(1) On ne peut que féliciter l'Administration municipale de la décision, qu'elle paraît sur le point de prendre, de faire publier une feuille hebdomadaire, donnant les décès constatés à Paris, avec l'indication des causes qui les ont amenés.

(2) QUETELET, *Mémoires de l'Académie de Bruxelles*, t. XV (1842).

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ÉCONOMIE RURALE. — *Sur les résultats obtenus par la culture de l'*Ortie de la Chine *dans les environs de Nice.* Note de **M. Ramon de la Sagra.**

(Renvoi à la Section d'Économie rurale.)

« L'Académie a bien voulu se faire rendre compte de la communication que j'ai eu l'honneur de lui adresser de Nice, au mois de décembre dernier, de l'état de parfaite végétation où j'avais trouvé l'*Ortie de la Chine*, ou *China grass* des Anglais, dont les graines procédaient des distributions faites, quelques années auparavant, par la *Société impériale d'Acclimatation.*

» Sans attendre que la culture de cette plante ait pris le développement qu'on doit espérer dans le département des Alpes-Maritimes, ainsi que dans ceux du Midi, de l'Algérie et de la Corse, un industriel actif et intelligent, M. R.-R.-B. Childers, a établi à Nice une manufacture qui confectionne déjà tous les articles de la passementerie. C'est, effectivement, le moyen le plus efficace d'encourager les cultivateurs, qui trouveront désormais un débouché sûr et profitable au fruit de leurs travaux. »

ÉLECTRICITÉ. — *Résumé de divers Mémoires sur la pile voltaïque.* Note de **M. Savary.** (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires précédemment nommés : MM. Becquerel, Fizeau.)

« Les divers Mémoires que j'ai successivement adressés à l'Académie sur la pile peuvent se résumer comme il suit :

» 1° Quant à la nature des couples voltaïques, j'indiquerai deux couples différents, l'un ou l'autre devant être préféré, au point de vue économique, selon les circonstances, savoir :

» Pour les effets électriques n'exigeant qu'une faible intensité, la galvanoplastie, les télégraphes, etc., le couple à formation de sesquichlorure de fer. Il est formé de : zinc non amalgamé; eau salée saturée et sulfate de fer mélangés (1 partie en poids de sulfate; 1,18 de sel marin et 0,79 d'eau; ou 1 partie en volume d'une solution saturée de sulfate de fer et 3 parties en volume d'eau salée saturée);

» Pour les effets électriques exigeant une grande intensité, la lumière, les

électromoteurs, les télégraphes, etc., le couple à eau régale. Il est formé de : zinc non amalgamé, ou alliage de zinc et de plomb au $\frac{1}{2}$, ou fer et eau salée saturée; charbon de cornue ou de coke, ou charbon préparé et eau régale.

» 2° Quant à la forme et aux dispositions des éléments, j'en indiquerai également deux types, savoir :

» Pour les piles à moindre durée, les modèles d'élément et d'auge à vases poreux prismatiques plats, à bouts arrondis, en porcelaine ou en terre cuite, à épaisseur variable suivant la durée que l'on veut obtenir, à un seul zinc entourant les vases poreux, pour les piles en quantité;

» Pour les piles à longue durée, le même modèle à vases poreux très-épais, ou le couple formé de deux vases poreux, placés à une distance variable, dans une caisse ou dans un vase remplis de brique pilée, bien tassée, arrosée du liquide le plus conducteur. »

M. Grimaud (de Caux) adresse une Note portant pour titre « Définition des principes qui doivent régir les maladies pestilentielles ».

M. Grimaud (de Caux), après avoir rappelé que sa lecture à l'Académie sur « les Quarantaines et leur objet » avait précédé de quatre mois la réunion de la Conférence sanitaire de Constantinople, indique comment les conclusions de cette Conférence lui semblent pouvoir être résumées, et quels sont les principes qui doivent désormais régir, dans la pratique, tout ce qui se rapporte aux maladies pestilentielles, quelles qu'elles soient.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

M. L. Hugo adresse une Note relative au principe d'un « Pyrhélioscope synoptique » qui permettrait de voir l'ensemble des protubérances solaires.

« Cet instrument ne sera autre chose qu'un spectroscope animé d'un mouvement rotatoire angulaire ; l'angle du cône décrit sera égal au diamètre apparent du Soleil. Le mouvement de rotation devra être assez rapide pour que la persistance des impressions visuelles permette à la succession des images spectroscopiques de former une couronne circulaire, au milieu de laquelle le disque solaire, représenté comme dans une éclipse totale par un cercle obscur, paraîtra entouré de ses protubérances en vraie position. »

(Commissaires : MM. Fizeau, Jamin.)

M. le Ministre de l'Instruction publique soumet au jugement de l'Académie une Note relative à une démonstration géométrique, adressée de Nice à l'Empereur, par *M. Calvino.*

(Commissaires : MM. Chasles, Bertrand.)

M. le Ministre de l'Agriculture, du Commerce et des Travaux publics transmet à l'Académie une Note adressée à l'Empereur, par *M. R. Taylor*, au sujet d'un système destiné à prévenir, par l'emploi de l'électricité, l'explosion de gaz dans les mines.

(Commissaires précédemment nommés : MM. Chevreul, Combes, Morin, Payen.)

M. Fua adresse une nouvelle Note concernant les explosions de grisou. Selon lui, il y aurait toujours danger à placer des flammes, quelque abritées qu'elles fussent, dans l'atmosphère des houillères ; il serait nécessaire de proscrire des mines tous les instruments délicats, qui ne sont irréprochables qu'entre les mains des physiciens.

(Renvoi à la même Commission.)

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre de l'Agriculture, du Commerce et des Travaux publics adresse, pour la Bibliothèque de l'Institut, le numéro 10 du Catalogue des Brevets d'invention pris en 1868, et le tome LXV de la Collection des Brevets d'invention.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, l'ouvrage de *M. Dormoy sur la topographie souterraine du bassin houiller de Valenciennes* Cet ouvrage, qui est offert à l'Académie par M. le Ministre des Travaux publics, se compose d'un volume de texte et d'un volume de planches. M. le Secrétaire perpétuel appelle l'attention de l'Académie sur l'étendue des services qu'il doit rendre, soit au point de vue des connaissances géologiques, soit pour l'exploitation elle-même en faisant connaître avec précision la disposition stratigraphique des couches du terrain carbonifère qui s'étend depuis la frontière de la Belgique jusqu'à Douai et au delà, ainsi que les perturbations singulières que ces couches ont subies.

M. le Secrétaire perpétuel présente aussi à l'Académie, au nom de l'auteur, deux opuscules imprimés en italien de M. le Professeur *Zantedeschi*, intitulés : « Incertitudes des nivellements barométriques et géodésiques » et « Sur le magnétisme transversal à la direction des courants électriques ».

Dans la Lettre d'envoi de ce dernier, *M. Zantedeschi* rappelle : que, le 5 octobre 1839, il présenta à la séance de physique du Congrès réuni à Pise la démonstration du magnétisme transversal à la direction du courant voltaïque, avec le pôle sud à la gauche de la figure d'Ampère ; qu'il déduisit de cette démonstration expérimentale, exécutée avec un appareil de son invention, le principe de tous les mouvements électromagnétiques que présentent les courants électriques, soit entre eux, soit avec les aiguilles aimantées, soit avec la terre ; qu'il a tout réduit à une tendance qu'ont les fils parcourus par le courant électrique à se placer parallèlement les uns aux autres avec les pôles amis du même côté, et que présentent de même les courants électriques par rapport aux aiguilles aimantées et au plan du méridien magnétique de la terre. Cette démonstration expérimentale, ajoute-t-il, obtint dans la séance de physique, qui réunissait au delà de trois cents personnes, les plus vifs applaudissements.

Le savant physicien de Padoue se plaint de l'oubli dans lequel est restée depuis lors son expérience, injustice qui l'a décidé à publier le Mémoire dont il adresse un exemplaire à l'Académie.

La Société de Géographie informe l'Académie qu'elle tiendra sa première assemblée générale de 1869 le vendredi 30 avril.

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Réponses de* **M. Breton** (de Champ) *aux questions qui lui sont adressées par* M. Chasles, *dans le* Compte rendu *de la séance du* 19 *avril*. (Présenté par M. Le Verrier.)

« M. Chasles m'a mis en demeure de m'expliquer sur diverses questions relatives aux Documents qu'il a publiés et que je crois être l'œuvre d'un faussaire. Je me fais un devoir de soumettre à l'Académie les réponses qu'elles me semblent comporter.

» I. On se souvient peut-être que j'ai signalé, dans une communication du 12 de ce mois, vingt des Documents publiés par M. Chasles, comme ayant dû être copiés, en totalité ou en partie, dans l'ouvrage de Savérien, intitulé :

Histoire des Philosophes modernes. Suivant M. Chasles, ce serait Savérien qui aurait copié ces Documents, et j'aurais eu le tort de prétendre trancher cette question *sans raisonnements*. Il demande que je motive la manière de voir que j'ai adoptée.

» Avec un peu plus d'attention, il aurait facilement reconnu que je ne me suis pas prononcé sans réflexion. En effet, j'ai eu le soin de faire observer que, comme parmi ces vingt Documents, il s'en trouvait deux dont j'avais mis en évidence le caractère apocryphe sans m'appuyer sur le fait que présente l'ouvrage de Savérien, on penserait sans doute que les autres devaient être pareillement apocryphes. Je reviendrai tout à l'heure sur le fondement de cette démonstration, qui est ensuite attaqué par M. Chasles.

» Il m'a paru, d'ailleurs, bien difficile d'admettre la solution que M. Chasles croit pouvoir m'opposer, car elle ferait peser sur la mémoire de Savérien une inculpation des plus graves. Il faudrait supposer qu'ayant en main la preuve que Pascal était le véritable auteur de la découverte astronomique de l'attraction universelle, et sachant ainsi que cette découverte était française, Savérien l'aurait attribuée de propos délibéré à un savant étranger, en poussant même l'impudence jusqu'à faire servir la prose de Pascal à glorifier Newton, qui ne pouvait plus être à ses yeux qu'un audacieux imposteur, spoliateur de Pascal et auteur d'une tentative de spoliation envers Leibnitz. Je ne puis croire qu'il soit permis d'imputer à Savérien une conduite aussi odieuse, à moins d'en avoir des preuves sans réplique. Tout porte à croire qu'il a exposé de bonne foi le système de Newton, tel qu'il le comprenait, comme il était si naturel de le faire à une époque où ce système était déjà l'objet de l'admiration universelle.

» II. M. Chasles semble désirer aussi que je fasse connaître mon sentiment sur les trois Lettres qu'il produit à l'appui de sa manière de voir. Ces nouvelles pièces tendent à établir que Savérien, sur la recommandation de Montesquieu, a eu à sa disposition, avant d'écrire sur l'histoire des sciences, les Documents de toute nature que renfermait la bibliothèque de la Marquise de Pompadour.

» Ce qu'il y a de certain, c'est que Savérien n'en laisse rien paraître dans son *Histoire des Philosophes modernes*, du moins en ce qui touche les faits qui ont été invoqués contre le contenu des Documents de M. Chasles. Savérien fait Galilée complétement aveugle dès l'année 1636. D'après son récit, le premier satellite de Saturne que l'on ait connu a été découvert par Huyghens, à l'aide d'un télescope que celui-ci avait construit de ses propres

mains. Il ne dit pas un mot des calculs astronomiques qu'on prétend aujourd'hui attribuer à Pascal.

» Ce silence de Savérien sur la non-cécité de Galilée, attestée cependant par un si grand nombre de personnages; sur les découvertes astronomiques qu'il aurait faites pendant les quatre dernières années de sa vie, et que Louis XIV et Cassini revendiquaient en sa faveur ; sur ce télescope grossissant prodigieusement les objets, que Galilée aurait construit, et avec lequel Huyghens, averti de l'existence d'un satellite de Saturne découvert par Galilée, aurait achevé cette découverte ; sur les découvertes de Pascal, relatives à l'attraction; ce silence tend à faire penser que les Documents publiés par M. Chasles ne se trouvaient point dans les collections de la Marquise de Pompadour lorsqu'elles furent mises à contribution par Savérien, et que, par conséquent, celui-ci n'a pu copier ces Documents.

» III. M. Chasles, qui n'avait pas aperçu mon raisonnement sur la conséquence à tirer du fait que je signalais dans ma Note du 12 avril, s'est cependant souvenu de l'argument sur lequel ce raisonnement est fondé, et il me somme de m'expliquer sur ce qu'il a dit pour réfuter cet argument.

» Ceci exige que je remette sous les yeux du lecteur le passage de Pascal que j'avais invoqué (1), et que M. Chasles croit que j'interprète mal. Voici ce passage, par lequel Pascal fait connaître à quelle époque il a appris que Torricelli attribuait à la pression atmosphérique les effets que l'on regardait comme produits par l'horreur du vide :

... Dès l'année 1647 nous fûmes avertis d'une très-belle pensée qu'eut Toricelli, touchant la cause de tous les effets qu'on a jusqu'à présent attribués à l'horreur du vide, mais comme ce n'étoit qu'une simple conjecture, et dont on n'avoit aucune preuve, pour en reconnoître ou la vérité, ou la fausseté, je méditai dès lors une expérience que vous savez avoir été faite par M. Périer au haut et au bas du Puy-de-Dôme, etc.

» J'ai conclu de là qu'aucun Document manuscrit dont le contenu implique que Pascal connaissait cette pensée avant l'année 1647, ne peut être accepté comme authentique. La Lettre de Pascal à Fermat, du 16 avril 1648, et celle de Galilée à Pascal, du 7 juin 1641, se trouvant l'une et l'autre dans ce cas, ces deux Lettres sont nécessairement supposées.

» M. Chasles, pour échapper à cette démonstration, suppose que Pascal raisonne sur des expériences récentes de lui ou de Torricelli, qui n'excluent pas la possibilité que l'un et l'autre aient fait des expériences antérieures

(1) *Comptes rendus*, t. LXVIII, p. 711.

pour le même objet. En d'autres termes, il ne s'agirait, dans le passage cité, que de démonstrations nouvelles d'une chose qui était *connue* et démontrée depuis longtemps.

» Il est évident que les paroles de Pascal ne se prêtent aucunement à une semblable interprétation. Pascal parle uniquement d'une *pensée* qui lui a été communiquée en 1647, et non point de telle ou telle *expérience*. Il s'agit pour lui d'une connaissance *nouvelle*. En effet, dans l'alinéa 36 de cette Lettre à M. de Ribeyre, il dit en parlant de l'expérience du Puy-de-Dôme, qui a démontré que Torricelli était dans le vrai :

.... Cette expérience est de mon invention ; et partant, je puis dire que la nouvelle connoissance qu'elle nous a découverte est entièrement de moi.

» On voit clairement par là que M. Chasles est dans l'erreur.

» IV. M. Chasles m'adresse deux autres questions, auxquelles je crois qu'il serait prématuré de répondre maintenant, attendu qu'elles pourront devenir sans intérêt dans un temps qui n'est peut-être pas fort éloigné, par suite des faits nouveaux qui seront signalés. Le Galilée et le Pascal de sa collection ne sont pas les seuls qu'il y ait lieu de mettre en cause pour emprunts aux œuvres d'autrui. Le Montesquieu, celui sans doute qui a recommandé Savérien à la Marquise de Pompadour, s'en mêle aussi, comme on peut s'en convaincre par ces extraits de l'éloge de Newton par Fontenelle, que l'on retrouve en majeure partie dans la seconde des Lettres insérées aux *Comptes rendus*, tome LXV, p. 269. »

Il ne se croyoit dispensé .... d'aucun des devoirs ordinaires de la vie ; .... il sçavoit n'être, dès qu'il le falloit, qu'un homme du commun.

Quoiqu'il fût attaché à l'Église anglicane, il n'eût pas persécuté les Non-Conformistes pour les y ramener. Il jugeoit les hommes par les mœurs ....

L'abondance où il se trouvoit et par un grand Patrimoine, et par son Emploi, ... ne lui offroit pas inutilement les moyens de faire du bien. Il ne croyoit pas que donner par son Testament ce fût donner.... Quand la bienséance exigeoit de lui en certaines occasions de la dépense et de l'appareil, il étoit magnifique et le faisoit sans aucun regret. Hors de-là tout ce faste étoit sévèrement retranché, et les fonds réservés à des usages plus solides (1).

« **M. Chasles**, après cette communication de M. Breton (de Champ), non comprise dans la Correspondance, et lue par M. Le Verrier, demande la parole. M. le Président lui oppose, comme il avait déjà fait au moment où

(1) *Histoire de l'Académie Royale des Sciences*, année 1727, in-4°, Paris, 1729, p. 171.

M. Le Verrier commençait sa lecture, l'heure avancée de la séance, et le Comité secret qui ne peut être ajourné. M. Chasles demande à dire au moins, en quelques mots, quels sont les Documents qu'il a apportés par prévision, et sur lesquels il s'appuiera. Ce sont, outre des Lettres de J. Bernoulli et de Madame de Pompadour, des Lettres de Savérien lui-même, qui prouvent qu'il n'a point eu connaissance, comme le suppose M. Breton, « des Documents de toute nature que renfermait la bibliothèque de Madame de Pompadour », et qu'au contraire, ayant été dénoncé à cette dame comme ami de M. de Voltaire et newtonien, l'accès de cette bibliothèque lui a été retiré. Savérien ajoute même que, quant aux extraits qu'il avait déjà préparés, il en a « fait *quelque peu usage de partie*, et que d'autres se sont trouvés égarés ».

» M. Chasles regrette que l'heure avancée et les exigences de l'ordre du jour qui appelle le Comité secret le forcent de s'arrêter, et de remettre à la prochaine séance les observations auxquelles aurait donné lieu dès ce moment la communication de M. Breton, dont il vient d'être donné lecture. »

« **M. Le Verrier**, en présence de la nécessité où se trouve l'Académie de se former immédiatement en Comité secret, se borne à déclarer qu'il sera facile de prouver que, parmi les Documents attribués à Pascal, ceux que M. Breton (de Champ) signale sont très-certainement des copies de passages de l'ouvrage de Savérien. L'inverse est inadmissible. »

ASTRONOMIE. — *Lettre de* **M. R. Luther** *à M. le Secrétaire perpétuel, sur la* 108^e *petite planète.*

« Bilk-Düsseldorf, ce 12 avril 1869.

» J'ai l'honneur de communiquer, par votre intermédiaire, à l'Académie quelques observations de la nouvelle planète (108), *Hecuba*, découverte par moi le 2 avril 1869 à cet observatoire.

(108) *Hecuba de onzième grandeur.*

		Temps moyen de Bilk Düsseldorf.	Ascension droite.	Déclinaison australe.	
		h m s	h m s	° ′ ″	
1869.	2 avril..	10.14.53,2	12. 6. 5,43	— 2.23.46,2	10 comp.
	4 »	9.53.41,9	12. 4.38,52	— 2.17. 8,7	11 »
	10 »	9.49.39,5	12. 0.31,12	— 1.58.13,1	12 »

Observations de M. le Dr Rumker *et de M. le Dr* Helmert.

	Temps moyen de Hambourg.	Ascension droite.		Déclinaison australe.	
	h m s	h m s			
1869. 11 avril..	13.59.51	11.59.45,91	11 fils.		
11 »	14.22.47			−1°.54′.36″,5	3 comp.
12 »	13. 3. 3	11.59. 9,63	26 fils.		
12 »	13. 3.41			−1.52. 3,6	7 comp.
13 »	12.54.56	11.58.33,36	11 fils.		
13 »	12.55.43			−1.49.18,6	4 comp.

» La planète (108) *Hecuba* est observée à Berlin depuis le 6 avril, à Leipzig depuis le 6 avril, à Leyde depuis le 11 avril.

» Le nom *Hecuba* a été choisi, à ma prière, par un des curateurs de cet observatoire, M. Heinen, directeur de l'École reale à Düsseldorf. »

PHYSIQUE. — *Sur la perte d'électricité qui résulte de l'action de l'air sur les conducteurs électrisés.* Note de **M. J.-M. Gaugain**, présentée par M. Edm. Becquerel.

« Ayant été chargé, il y deux ans, par M. le Directeur général des lignes télégraphiques de rechercher les moyens de perfectionner l'isolement des lignes, j'ai dû examiner la question controversée de savoir si les pertes d'électricité que subissent les fils télégraphiques proviennent exclusivement de l'imperfection des isolateurs ou si elle sont dues en partie à l'action de l'air ambiant. Pour résoudre cette question, j'ai fait d'abord une série d'expériences sur une courte ligne mise à ma disposition, et j'ai constaté que si la perte d'électricité qui résulte de l'action de l'air n'est pas nulle, elle est au moins très-petite en comparaison de celle qui provient de l'imperfection des isolateurs, alors même qu'on emploie les isolateurs les plus parfaits dont on ait fait usage jusqu'à présent. Le fil télégraphique sur lequel j'ai opéré était soutenu par des isolateurs du nouveau modèle adopté par l'administration française. Cet isolateur, qui est à double cloche, ne diffère du modèle prussien que par des modifications sans importance au point de vue de l'isolement, et les expériences comparatives que j'ai exécutées sur les divers isolateurs employés dans les principaux États de l'Europe ont établi que le modèle prussien était celui qui isolait de la manière la plus parfaite.

» Au point de vue de la télégraphie on peut considérer la question posée comme suffisamment résolue par les expériences dont je viens de parler ;

mais je suis parvenu à la résoudre d'une manière plus complète au moyen d'expériences de cabinet qui me paraissent démontrer que l'électricité ne peut jamais se propager à travers l'air par voie de *conduction* ou de *convection*, quelle que soit l'épaisseur de la couche électrique accumulée sur le conducteur soumis à l'action de l'air. Ces nouvelles expériences ont éte exécutées sur des condensateurs plans formés de deux disques métalliques parallèles, isolés et séparés par une couche d'air : l'un des disques, ordinairement l'inférieur, était en communication avec un électroscope à cadran dont la tension était maintenue constante, et le second disque communiquait avec un électroscope à décharge par l'intermédiaire d'un fil de coton. J'ai décrit avec détails les dispositions de ces appareils dans mon premier Mémoire sur la propagation de l'électricité dans les mauvais conducteurs (*Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. LIX, p. 9 et 13). Les deux disques étaient placés dans un grand seau de verre dont le fond était recouvert d'eau et dont les parois étaient mouillées.

» Les résultats auxquels je suis arrivé en employant ces dispositions ont été extrêmement variables : quelquefois je n'ai pas obtenu de flux du tout, bien que les disques métalliques ne fussent séparés que par une couche d'air de 1 millimètre d'épaisseur seulement; d'autres fois, la tension restant la même, j'ai obtenu un flux plus ou moins considérable, même avec un plus grand écartement des disques. Mais toutes les fois que j'ai observé un flux, j'ai contaté que son intensité était proportionnelle, non pas à la tension T de la source, mais à l'excès $T - \theta$ de cette tension sur une certaine limite θ; cette limite est variable d'un appareil à l'autre, elle varie même quelquefois d'un instant à l'autre pour un même appareil; mais d'ordinaire elle conserve la même valeur pendant un temps assez long pour qu'on puisse constater la loi que je viens de formuler, et cette loi est précisément celle qui caractérise la *décharge disruptive*.

» Lorsqu'un flux se produit entre les deux disques, il arrive fréquemment que sa grandeur varie pour une même tension de la source suivant que l'électricité de cette source est positive ou négative : tantôt c'est le flux positif qui l'emporte, tantôt c'est le flux négatif.

» J'interprète ces résultats en admettant : 1° que l'électrité ne peut pas se transmettre à travers l'air même humide dans les conditions de température et de pression ordinaires par voie de *conduction* ou de *convection*; 2° que, dans certains cas, l'électricité peut se transmettre à travers l'air par voie de *décharge disruptive* lente et obscure. J'attribue l'inconstance des résultats aux poussières ou filaments qui viennent accidentellement s'attacher

aux surfaces du disque. Dans mon Mémoire sur la décharge disruptive (*Annales de Chimie et de Physique*, 4[e] série, t. VIII, p. 129 et suiv.), j'ai mentionné déjà des anomalies analogues que j'ai cru pouvoir mettre également sur le compte des poussières et des filaments que l'air charrie.

» La présence de ces poussières peut expliquer l'inégalité des flux positifs et négatifs : on sait, en effet, que le flux transmis d'une pointe à une surface plane varie considérablement suivant que la pointe est positive ou négative. Or les filaments et les poussières qui s'attachent dans mes expériences aux surfaces des disques constituent des petites pointes, et comme elles doivent être en général inégalement réparties sur les deux disques, on conçoit que la grandeur du flux doit varier suivant que l'un ou l'autre de ces disques est positif.

» Comme la tension électrique des fils télégraphiques reste toujours au-dessous de la limite que j'ai désignée par θ, il résulte de ce qui vient d'être dit que ces fils n'éprouvent aucune perte sous l'influence de l'air ambiant.

» Les résultats d'expériences que je viens d'exposer sont en opposition avec une des lois établies par Coulomb. On sait que ce savant physicien a admis que la perte par l'air était proportionnelle à la densité de la couche électrique. Mais d'abord cette loi ne ressort pas rigoureusement de ses propres expériences : Coulomb n'a cité dans les Mémoires de l'Académie que quatre séries *choisies*, dit-il, *sur une infinité d'autres*, et il est permis de supposer que les séries citées sont celles qui s'accordent le mieux avec la loi admise par l'auteur. Or ces séries elles-mêmes ne la vérifient pas exactement : ainsi, dans la série du 2 juillet, le rapport de la force électrique perdue pendant une minute à la force moyenne du corps prend successivement les valeurs assez différentes $\frac{1}{24}, \frac{1}{28}, \frac{1}{30}, \frac{1}{29}$.

» En second lieu, dans les expériences de Coulomb la tension était toujours très-forte, et il n'eût pas pu mesurer avec sa balance de torsion les faibles tensions que l'on mesure avec l'électroscope à feuilles d'or. Or quand la tension T est très-grande par rapport à la limite θ, dont la valeur est toujours assez petite, $(T - \theta)$ diffère peu de T, et si la perte est, comme je le crois, proportionnelle à $T - \theta$, elle peut paraître proportionnelle à T quand on ne la mesure pas très-exactement. »

ÉLECTROSTATIQUE. — *Sur la distribution unique de l'électricité à la surface des conducteurs.* Note de **M. P. Volpicelli.**

« Les illustres géomètres Gauss, Liouville et Urbanski ont déjà traité cette question; sans me servir de l'idée de la force et sans m'occuper si

l'influence électrique peut ou non traverser les masses conductrices, j'arrive aux mêmes conséquences que ces savants.

» Je prends pour base de mon raisonnement que l'unique condition nécessaire et suffisante d'où dépend la distribution électrique d'équilibre à la surface d'un conducteur consiste en ce que le *potentiel* de la couche électrique correspondante soit constant pour tous ses points. Le potentiel étant une fonction de nature toute géométrique, on peut, malgré son étymologie, le regarder comme indépendant des actions des forces, ainsi que de la propagation de l'influence électrique dans l'intérieur des conducteurs.

» Supposons qu'une même charge électrique puisse se distribuer sur un conducteur de deux manières différentes; il est clair que l'on poura toujours imaginer sur ce conducteur une troisième distribution électrique, correspondante à la différence des deux premières. Soient U', U'', U les potentiels des trois distributions ou couches électriques indiquées, par rapport à un point quelconque (x, y, z), qui fait partie de la couche à laquelle correspond le potentiel lui-même; nous aurons

$$(1)\qquad U' - U'' = U.$$

» De cette équation, il résulte que même le potentiel U de la couche correspondante à la troisième distribution devra satisfaire à la condition que nous avons prise pour base : il est donc évident qu'il conviendra, lui aussi, à une couche électrique d'équilibre, comme les deux autres U', U''.

» Si le point ne faisait pas partie de la masse électrique, nous trouverions, par un calcul facile, qu'on doit avoir

$$(2)\qquad \frac{d^2U}{dx^2} + \frac{d^2U}{dy^2} + \frac{d^2U}{dz^2} = 0.$$

» A l'aide de considérations analytiques faciles à imaginer, et que nous omettons pour abréger, on trouve, pour un point faisant partie de la masse électrique, l'égalité suivante

$$(3)\qquad \frac{d^2U}{dx^2} + \frac{d^2U}{dy^2} + \frac{d^2U}{dz^2} = -4\pi\delta,$$

δ étant la densité du point auquel se rapporte le potentiel. Enfin, pour peu qu'on ait quelque habitude du calcul, il est aisé de voir qu'on a

$$(4)\qquad \left\{\begin{aligned} &\int_{-\infty}^{\infty}\int_{-\infty}^{\infty}\int_{-\infty}^{\infty}\left(\frac{d^2U}{dx^2} + \frac{d^2U}{dy^2} + \frac{d^2U}{dz^2}\right) U\,dx\,dy\,dz \\ &\quad = -\int_{-\infty}^{\infty}\int_{-\infty}^{\infty}\int_{-\infty}^{\infty}\left[\left(\frac{dU}{dx}\right)^2 + \left(\frac{dU}{dy}\right)^2 + \left(\frac{dU}{dz}\right)^2\right] dx\,dy\,dz. \end{aligned}\right.$$

» Or en multipliant l'équation (3) par $U\,dx\,dy\,dz$, on aura

$$(5)\qquad \left(\frac{d^2U}{dx^2}+\frac{d^2U}{dy^2}+\frac{d^2U}{dz^2}\right)U\,dx\,dy\,dz = -4\delta\pi U\,dx\,dy\,dz.$$

» En intégrant le premier membre de cette équation par rapport à ses trois variables et entre les limites ∞ et $-\infty$, on verra disparaître, en vertu de l'équation (2), tous les termes qui se rapportent à des points qui ne font pas partie de la masse électrique : il ne restera donc que les termes relatifs aux points contenus dans cette même masse, c'est-à-dire ceux qu'on obtient par l'intégration du second membre de l'équation (5), entre les limites qui conviennent à la masse électrique indiquée. Nous aurons donc l'équation

$$(6)\qquad \begin{cases} \int_{-\infty}^{\infty}\int_{-\infty}^{\infty}\int_{-\infty}^{\infty}\left(\frac{d^2U}{dx^2}+\frac{d^2U}{dy^2}+\frac{d^2U}{dz^2}\right)U\,dx\,dy\,dz \\ \qquad = -4\pi\int\int\int \delta U\,dx\,dy\,dz. \end{cases}$$

» Les limites de l'intégrale triple qui forme le second membre de cette équation embrassent seulement la couche électrique, que l'on peut considérer comme une surface matérielle d'épaisseur infinitésimale, et d'une densité δ variable d'un point à l'autre. C'est pourquoi, en représentant par $d\varphi$ l'élément de cette surface, on pourra donner au second membre de l'équation (6) la forme

$$\int U\delta\,d\varphi = U\int \delta\,d\varphi = Uc,$$

dans laquelle c représente la charge totale de la troisième couche électrique, à laquelle se rapporte U. Nous aurons ensuite

$$(7)\qquad \int_{-\infty}^{\infty}\int_{-\infty}^{\infty}\int_{-\infty}^{\infty}\left(\frac{d^2U}{dx^2}+\frac{d^2U}{dy^2}+\frac{d^2U}{dz^2}\right)U\,dx\,dy\,dz = -4\pi Uc.$$

» En combinant cette équation avec l'équation (4), on obtient

$$\int_{-\infty}^{\infty}\int_{-\infty}^{\infty}\int_{-\infty}^{\infty}\left[\left(\frac{dU}{dx}\right)^2+\left(\frac{dU}{dy}\right)^2+\left(\frac{dU}{dz}\right)^2\right]dx\,dy\,dz = 4\pi Uc.$$

» La charge c, puisqu'elle est produite par la différence des deux distributions électriques diverses d'une même charge, devra évidemment se composer des deux électricités contraires, en quantités égales. C'est pourquoi, la troisième couche électrique correspondante devra être composée d'une charge *complexivement* nulle et nous devrons avoir

$$(8)\qquad \int_{-\infty}^{\infty}\int_{-\infty}^{\infty}\int_{-\infty}^{\infty}\left[\left(\frac{dU}{dx}\right)^2+\left(\frac{dU}{dy}\right)^2+\left(\frac{dU}{dz}\right)^2\right]dx\,dy\,dz = 0.$$

» Ayant égard à la forme intrinsèquement positive de l'élément de cette intégrale, ainsi qu'au second membre de l'équation (8), le trinôme

$$\left(\frac{dU}{dx}\right)^2 + \left(\frac{dU}{dy}\right)^2 + \left(\frac{dU}{dz}\right)^2$$

devra être nul ; c'est pourquoi devront se vérifier les équations

$$\frac{dU}{dx} = 0, \quad \frac{dU}{dy} + 0, \quad \frac{dU}{dz} = 0,$$

auxquelles on peut satisfaire, soit en posant $U = \text{const.}$, soit en posant $U = 0$. Mais le premier cas n'est pas admissible, parce que l'équation (8) renfermant aussi les points extérieurs au conducteur pour lesquels la valeur de U doit varier avec la position des points eux-mêmes, ce potentiel ne peut rester constant. On devra donc avoir $U = 0$. Concluons que, le potentiel de la troisième couche électrique devant être nul, cette même couche ne pourra pas exister, et par conséquent on ne pourra pas non plus avoir deux distributions électriques différentes d'une même charge sur le conducteur, mais une seule, comme nous voulions le démontrer.

» Nous pouvons arriver à cette même conclusion dans le cas de plusieurs conducteurs, en généralisant le principe fondamental de la démonstration précédente. Posons donc pour base que la condition nécessaire et suffisante par laquelle est déterminée la distribution électrique d'équilibre sur la surface de plusieurs conducteurs, placés en présence les uns des autres, consiste en ce que le potentiel de la masse *complexive* d'électricité est constante pour tous ses points. Le potentiel lui-même devra être généralement différent d'une couche électrique à l'autre, mais constant pour une même couche.

» Après cela, supposons que, dans un conducteur quelconque du système, il puisse y avoir deux distributions électriques d'équilibre différentes, pour une même charge, charge qui peut varier d'un conducteur à l'autre, mais qui doit être toujours la même pour le même conducteur.. Dès lors, nous pourrons toujours imaginer une troisième distribution électrique dans chacun des conducteurs, correspondant à la différence des deux premières.

» Il est évident que, même dans ce cas général, la charge correspondant à la troisième couche doit se réduire *complexivement* à zéro. En effet, pour tout conducteur, la charge électrique sera composée de trois parties, savoir : la charge initiale et les deux charges contraires et égales entre elles, qui sont développées sur le conducteur par l'induction électrostatique; mais ces deux dernières donnent un résultat complexif nul. C'est pourquoi

la charge de tout conducteur se réduit numériquement à la charge initiale seule. De là résulte que la charge des troisièmes distributions électriques doit encore être complexivement nulle et former une troisième couche électrique complexive d'équilibre. D'après cela, il sera facile d'arriver à l'équation (8), et d'en déduire les mêmes conséquences que pour le cas d'un seul conducteur. De là résulte que, même si l'on a plusieurs conducteurs qui possèdent chacun une charge électrique initiale, la même pour chacun d'eux, mais en général différente de l'un à l'autre, la distribution électrique sera toujours unique, comme dans le cas d'un seul conducteur. »

MÉCANIQUE. — *Sur la théorie des ondes liquides périodiques*. Note de **M. A. de Caligny**, présentée par M. Delaunay.

« Le *Compte rendu* de la dernière séance, p. 905, contient un résumé d'un Mémoire analytique de M. Boussinescq sur la théorie des ondes liquides périodiques, où la question paraît être traitée d'une manière plus générale, du moins quant aux petites vibrations, que je ne l'ai fait par mes expériences sur le mouvement des ondes dans des canaux. Il me semble utile et je crois qu'il peut être agréable à M. Boussinescq de rappeler, à cette occasion, mes expériences qui confirment en partie les résultats obtenus aujourd'hui par son analyse.

» Ainsi il trouve que le mouvement est *orbitaire* dans les régions supérieures du liquide, mais que sur le fond il n'y a plus qu'un mouvement oscillatoire, les orbites étant alors infiniment aplaties; que, dans la partie supérieure des orbites des molécules, le mouvement est dans le sens de la progression à partir du point d'ébranlement et en sens contraire à la partie inférieure de ces orbites. C'est ce que j'ai communiqué, avec divers détails, à la Société Philomathique, il y a environ vingt-sept ans.

» Quant à la forme des orbites, je ne l'ai pas trouvée circulaire près de la surface : le grand axe y est vertical; mais le cas n'est pas tout à fait le même, d'autant plus que mes expériences ont eu pour objet surtout des ondes assez grandes.

» J'ai donné les raisons de ce double mouvement oscillatoire et orbitaire dans le mouvement des ondes dites *courantes* des canaux, qu'il ne faut pas confondre avec les ondes dites *solitaires*. On trouvera d'ailleurs tous les détails nécessaires dans un volume que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie, et qui contient le recueil complet des Mémoires que j'ai publiés depuis trente ans, dans le *Journal de Mathématiques* de M. Liouville, sur la Mécanique et la Physique des Fluides. »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Sur la structure des feuilles des monocotylédones.* Note de **M. Ph. Van Tieghem**, présentée par M. Decaisne.

« En présentant à l'Académie le résumé de mes recherches sur la symétrie de structure des végétaux (1), j'ai mis en note l'observation suivante : « Il est inexact de dire avec M. Lestiboudois (*Ann. des Sc. nat.*, 3e série, » t. X, p. 136) que les feuilles des monocotylédones sont dépourvues de » nervure médiane. » Dans une communication récente (2), M. Lestiboudois affirme qu' « il y a dans cette déclaration une erreur matérielle, » et que ce qu'il « a dit dans le passage cité (3) se rapporte au *cotylédon* et non aux » *feuilles* des monocotylédonés. » Je demande à l'Académie la permission de reproduire les passages du Mémoire (4) de M. Lestiboudois où se trouve énoncée l'opinion que j'ai cru pouvoir attribuer à ce savant et dont il se défend aujourd'hui.

» Pour la feuille primordiale, celle qui suit le cotylédon, on lit à la page 142 : « Ses faisceaux alternent avec ceux de la feuille cotylédonaire; ils » sont donc placés vis-à-vis les faisceaux du cercle primitif. Ils seront pairs » comme ceux du cotylédon, puisque tous les faisceaux caulinaires con» courent à la formation de la feuille primordiale; conséquemment le » milieu de celle-ci sera sans nervure; » mais (p. 143) : « l'un des faisceaux » du milieu de la feuille tend à devenir plus fort, il paraît médian, et la » feuille est un peu inéquilatère. Ces faits nous semblent l'expression des » dispositions qu'on remarque dans les premières feuilles des embryons » monocotylédonés et des arrangements que présenteront futurement les » feuilles caulinaires. » A propos du Dattier, l'auteur écrit à la page 140 : « Nous verrons plus tard que si la feuille primordiale prend une nervure » médiane, c'est parce que l'un des cordons médians acquiert un plus grand » développement et qu'un des cordons marginaux devient peu visible, de » sorte que la feuille paraît imparinerviée, mais en réalité elle ne l'est pas : » du côté de la nervure qui usurpe le rang de médiane on trouve plus de » nervures que de l'autre. » Et plus loin, page 143 : « La feuille primor-

(1) *Comptes rendus*, t. LXVIII, p. 151.

(2) *Comptes rendus*, t. LXVIII, p. 845 (12 avril 1869).

(3) Je n'ai cité aucun passage, je me suis borné à renvoyer à la page 136, où commence le Chapitre relatif aux feuilles des monocotylédones.

(4) *Phyllotaxie anatomique* (*Ann. des Sc. nat.*, 3e série, t. X).

» piale a six faisceaux; l'un d'eux tend à se diviser en deux faisceaux très-» petits; le faisceau qui est le plus opposé à celui-là est plus fort, il tend » à devenir le faisceau médian...; l'une de ses nervures tend à devenir » principale, la feuille est donc inéquilatère. Dans le *Canna*, on observe » la même disposition; dans les autres embryons dont nous avons fait » connaître le mode d'expansion du cotylédon, les nervures étaient dis-» posées d'une manière analogue à celles des plantes que nous venons de » mentionner; on peut donc dire que la disposition que nous avons signa-» lée est la plus générale » (p. 144).

» Pour les feuilles caulinaires, on lit à la page 147 (il s'agit du Dattier) : « La feuille caulinaire a encore ses faisceaux en nombre pair; une nervure » devient principale, une autre tend à s'amoindrir; elle existe cependant » encore de façon que la feuille est un peu inéquilatère: c'est ce qu'on voit » dans la *fig.* 23, qui montre la base de la feuille. Elle est enroulée, et le » bord recouvert contient un plus grand nombre de petites nervures que » l'autre bord. » Enfin, à la page 148, l'auteur énonce cette conclusion générale : « Ces faits prouvent que les feuilles des monocotylédonés sont » le plus près possible de l'opposition, que l'une de leurs nervures devient » principale, que les nervures latérales tendent à devenir symétriques de » chaque côté de la feuille. »

» Nous nous trompons fort, ou tous ces passages signifient que les feuilles des monocotylédones n'ont pas de vrai faisceau médian, mais seulement une fausse nervure principale, provenant du développement prédominant de l'un des deux faisceaux latéraux qui avoisinent la ligne médiane; d'où il résulterait que le système fibrovasculaire de la feuille ne serait pas, chez les monocotylédones, symétrique par rapport à un plan : or c'est précisément cette proposition que j'ai déclarée être contraire aux faits.

» Quoi qu'il en soit de ce débat, M. Lestiboudois paraît renoncer aujourd'hui à sa manière de voir ancienne, pour ce qui concerne les feuilles des monocotylédones autres que le cotylédon, mais il la maintient avec insistance pour la feuille cotylédonaire. Il attache même à cette prétendue absence de nervure médiane dans le cotylédon « une grande importance : » ce fait, dit-il, démontre que les dicotylédonés et les monocotylédonés » ont à l'origine la même symétrie; seulement, tandis que les fibres éma-» nées du cercle des faisceaux vasculaires des premiers se rendent symé-» triquement dans deux expansions foliaires opposées en nombre impair » dans chacune, celles des seconds se rendent toutes dans un seul cotylé-» don engaînant fendu d'un côté, chacune de ces moitiés ayant un nombre

» de nervures impair, l'ensemble du cotylédon ayant conséquemment un » nombre pair de nervures (1). » De nombreuses recherches anatomiques sur la germination des monocotylédones me permettent de suivre la question sur ce terrain et de démontrer, par quelques exemples, qu'ainsi précisée et circonscrite, l'assertion de ce botaniste n'en demeure pas moins inexacte.

» Le cotylédon de l'*Allium cepa* et de l'*A. porrum* n'entraîne qu'un seul faisceau qui correspond à l'une des deux files vasculaires rayonnantes de la racine principale; la feuille suivante reçoit trois nervures dont la médiane correspond à l'autre file vasculaire, en sorte que les feuilles sont distiques et ont toutes leurs nervures médianes contenues dans le plan vasculaire du pivot. Comment donc M. Lestiboudois a-t-il pu écrire : « Dans l'*Allium* » *cepa*, le nombre des fibres de la feuille cotylédonaire ne paraît pas con» stant, j'en ai compté quatre, cinq, six, sept, neuf (2)? »

» Le *Lilium Martagon*, où le pivot possède aussi deux files vasculaires, et dont les feuilles sont encore distiques; les *Carex*, où il en contient trois, et dont les feuilles sont tristiques; l'*Iris Monieri*, où il en renferme quatre, et dont les feuilles sont distiques, etc., se comportent de même, c'est-à-dire que le cotylédon, épigé dans la première plante, hypogé dans les autres, ne reçoit qu'un seul faisceau, qui correspond à une des files vasculaires de la racine principale.

» Dans l'*Asphodelus tenuifolius*, le pivot possède cinq plans rayonnants de vaisseaux; le cotylédon épigé reçoit trois faisceaux qui correspondent à trois de ces plans vasculaires, et les feuilles sont distiques. Le cotylédon hypogé de l'*Asparagus officinalis* entraîne de même trois nervures.

» Dans les trois plantules de *Phœnix dactylifera* que j'ai pu examiner, le pivot contenait dix plans rayonnants de vaisseaux, et le cotylédon recevait sept faisceaux : le médian plus développé que les autres qui vont en décroissant de chaque côté. M. Lestiboudois assigne six faisceaux au cotylédon du Dattier (*Phyll. anat.*, p. 139); mais il décrit lui-même (p. 188) et figure (*Pl. III, fig.* 18) un cotylédon à sept nervures; et d'ailleurs, dans sa Note récente, on lit que, dans cette plante, « le nombre des faisceaux est » sujet à varier (p. 846). » La même variation dans le nombre des nervures cotylédonaires s'observe dans le *Canna*.

» J'arrive enfin au point particulier qui me paraît avoir été l'origine et

(1) *Comptes rendus*, t. LXVIII, p. 846 (12 avril 1869).

(2) *Loc. cit.*, p. 141.

la cause déterminante de l'erreur générale de M. Lestiboudois : je veux parler du cotylédon des Graminées. Sans entrer ici dans des détails que je me réserve de donner dans un travail spécial sur cette intéressante question, je me borne à déclarer que le cotylédon de ces plantes reçoit toujours trois faisceaux, un médian et deux latéraux, et que c'est par erreur qu'à l'exemple de plusieurs botanistes, M. Lestiboudois a pris pour le cotylédon tout entier l'organe binervié qui n'en est qu'une partie.

» De ces faits, que j'aurais pu multiplier, il résulte que, chez les monocotylédones aussi bien que chez les dicotylédones, le cotylédon reçoit en général, comme toutes les autres feuilles, un nombre impair de faisceaux, et que sa symétrie, et, par suite, celle de tous les appendices, est la même dans les deux embranchements. Le nombre des faisceaux cotylédonaires est plus petit que celui des plans vasculaires primitifs qui, dans le corps central du pivot, alternent avec autant de faisceaux cribreux, et la nervure médiane correspond à un de ces faisceaux vasculaires primitifs (1).

» Quant à la seconde partie de la communication de M. Lestiboudois, celle où il expose, en dehors des faits et à l'aide d'hypothèses, la manière dont il conçoit la structure du pistil et la nature des ovules, je ne puis, pour le moment, que laisser aux anatomistes le soin de l'apprécier. »

ANATOMIE MICROSCOPIQUE. — *Recherches microscopiques sur l'épithélium et les vaisseaux lymphatiques capillaires.* Note de **M. S. Robinski**, présentée par M. Claude Bernard.

« On a introduit récemment des améliorations très-importantes dans les recherches microscopiques, à l'aide de liquides colorants. J'ai employé une solution colorante de nitrate d'argent, et voici les résultats les plus importants auxquels je suis parvenu.

» Je montre que les lignes de démarcation d'épithélium deviennent plus foncées, plus visibles, mais qu'une substance intermédiaire aux cellules [qui sert comme moyen d'union des cellules (*kittsubstanz*)], admise par presque

---

(1) On voit combien cette conclusion est différente de celle que M. Lestiboudois formule en ces termes : « Tous les faisceaux caulinaires concourent à la formation d'une seule expansion foliacée..... ; le cotylédon n'a pas de nervure médiane... ; sa symétrie est donc tout à fait différente de celle du cotylédon d'une plante dicotylédonée ; à voir sa composition, on dirait qu'il est formé des deux cotylédons soudés par leurs bords, deux faisceaux latéraux avoisinant la ligne de jonction, qui devient la ligne médiane, et le sommet répondant à cette ligne. » (*Phyll. anat.*, *loc. cit.*, p. 137.)

tous les micrographes qui se rangent aux opinions de M. Recklinghausen, n'existe pas, et que cette coloration ne se fait pas dans la substance intermédiaire, mais dans les enveloppes des cellules.

» De nombreuses expériences démontrent que le nitrate d'argent diminue la cohésion des cellules épithéliales, particulièrement de celles de la cornée, qui se dilatent et se désunissent (ce qui n'est peut-être pas sans importance dans la conjonctivite, où, comme tout le monde le sait, le nitrate d'argent est employé avec succès : il faciliterait, dans cette maladie, le détachement des épithéliums altérés ainsi que des corpuscules purulents, et par conséquent il accélérerait la formation des nouvelles couches épithéliales saines, c'est-à-dire la guérison).

» Un fait important se rapporte aux nouvelles théories de M. Recklinghausen et d'autres observateurs sur les vaisseaux lymphatiques. Mes recherches montrent comment se formeraient ces prétendus lympathiques et leur épithélium. Les lignes de démarcation des cellules épithéliales se colorent toujours en brun foncé, tandis que le milieu des cellules ne se colore pas constamment, parce que la coloration se propage des bords vers le centre. Il peut arriver ainsi que l'ensemble de la préparation devienne plus ou moins brunâtre, qu'il reste quelques cellules incolores; suivant leur nombre et leur arrangement, ces cellules forment des espaces clairs, de configurations très-variées qui ont été considérés par certains observateurs comme des troncs ou des orifices de vaisseaux lymphatiques. J'explique d'une manière analogue ce qui est relatif à la question de l'épithélium de ces prétendus vaisseaux lymphatiques capillaires. »

OROGRAPHIE. — *Note sur l'application de la photographie à la géographie physique et à la géologie; par* **M. A. Civiale.**

Les Alpes de la Savoie et du Dauphiné.

« Je fais hommage à l'Académie des panoramas et des albums formant les neuvième et dixième parties de la reproduction photographique des Alpes.

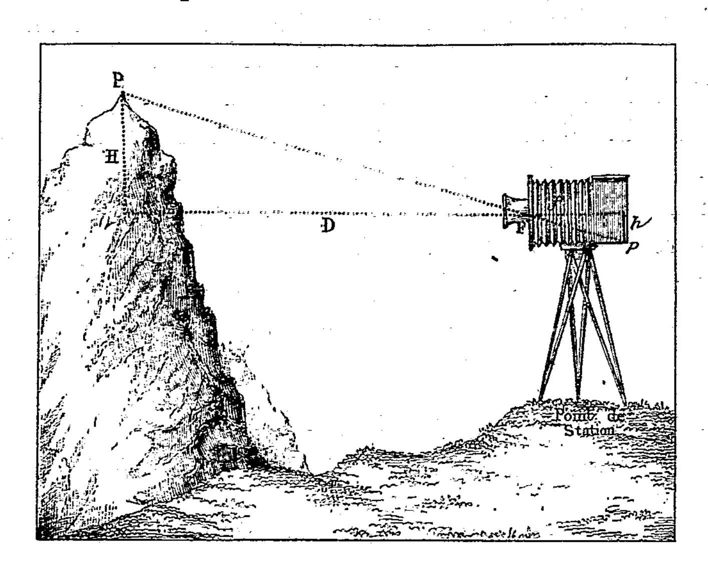
» J'ai obtenu des colorations très-variées, dans les vues de la Savoie, par l'emploi du sulfocyanure d'ammonium. Les vues du Dauphiné et les panoramas ont été reproduits par les procédés ordinaires.

» Je rappellerai les deux conditions que je me suis imposées pour les pa-

noramas (1) : 1° de placer la chambre noire rigoureusement horizontale; 2° de prendre la même longueur focale pour toutes les épreuves composant un même panorama. On peut obtenir alors sans difficulté les hauteurs approximatives de tous les points, par rapport à l'horizontale passant par le point de station.

» La hauteur du point de station au-dessus du niveau de la mer est donnée par le baromètre, et l'horizontale du point de station se trace sur le panorama en faisant passer une ligne par les points milieux de toutes les épreuves qui le composent.

» Si l'on joint, par une ligne imaginaire, un pic du panorama naturel au point qui le représente dans l'image renversée de la chambre noire, et si l'on suppose prolongé jusqu'à la verticale du pic l'axe optique de l'instrument, le foyer de l'objectif sera le sommet commun de deux triangles rectangles, dont la comparaison sert à déterminer la seule quantité inconnue, H, la hauteur réelle du pic au-dessus de l'horizontale du point de station.



» Désignons par

H et h les hauteurs semblables qui forment les troisièmes côtés des triangles rectangles comparés;

D la distance en mètres mesurée horizontalement sur la carte, du pic au foyer F;

---

(1) *Comptes rendus des séances* des 30 avril 1860, 22 avril 1861, 17 mars 1862, 23 mars 1863, 14 mars 1864, 3 avril 1865, 19 mars 1866, 2 avril 1867.

h la hauteur du même pic au-dessus de l'horizontale, mesurée sur le panorama;

f la longueur focale, grandeur constante.

» Les deux triangles rectangles donnent la proportion

$$H:D::h:f, \quad \text{d'où} \quad H = \frac{D \times h}{f};$$

D, h, f sont connus, on en déduit la hauteur H.

» Dans un panorama, les hauteurs d'un certain nombre de pics ont été déjà calculées à l'aide du baromètre ou de la triangulation, et on peut de la proportion $H:D::h:f$ déduire la longueur focale f, au lieu de la mesurer directement.

» Le travail que je mets sous les yeux de l'Académie comprend : six grands panoramas, un plus petit et deux albums de vues de détails.

» Le premier panorama est pris du mont Joli, à 2610 mètres au-dessus de la mer, près de Mégève, dans la Haute-Savoie. Ce panorama, composé de quatorze feuilles, embrasse toute la circonférence. Il reproduit: au nord, les montagnes de Sallanches, les rochers du Fiz et le Buet; au nord-est, la chaîne des Aiguilles-Rouges et la grande chaîne du mont Blanc, du côté de Chamounix; à l'est et au sud-est, le mont Blanc et les montagnes du col du Bonhomme; au sud, l'aiguille du Fond et les montagnes du Bourg-Saint-Maurice; au sud-ouest, les montagnes de Beaufort et d'Albertville; à l'ouest, la chaîne des Eravis et les montagnes d'Annecy. Le plus grand diamètre de ce panorama est d'environ 80 kilomètres.

» Le deuxième panorama est pris des Jumelles, à 2 520 mètres au-dessus de la mer, près de Moutiers, dans la Savoie. Il se compose de quatorze feuilles et embrasse toute la circonférence. Il reproduit : au nord, les montagnes de la vallée de Beaufort; au nord-est et à l'est, la chaîne du mont Blanc, les montagnes du Petit-Saint-Bernard et de la vallée de Tignes; au sud-est et au sud, le mont Iséran, les glaciers de Méautmartin et de la Vannoise, la roche Chavière et le Château-Bourreau; au sud-ouest et à l'ouest, les montagnes de Saint-Martin et de Saint-Jean-de-Belleville, quelques pics du Dauphiné et de Saint-Jean-de-Maurienne; au nord-ouest, les montagnes d'Albertville. Le plus grand diamètre de ce panorama dépasse 106 kilomètres.

» Le troisième panorama est pris de la pointe Pelouze, à 2 920 mètres au-dessus de la mer, près de Modane, dans la Savoie. Ce panorama se compose de quatorze feuilles et embrasse toute la circonférence. Il reproduit : au nord et au nord-est, la roche Chavière, les glaciers de la Vannoise, les

montagnes de Lans-le-Bourg, le mont Iséran et les montagnes du mont Cenis; à l'est et au sud, l'arête du col Pelouze; au sud-ouest et à l'ouest, l'arête du col de Frénis, sous laquelle est pratiquée la percée des Alpes, le Thabor, le massif du Pelvoux et les aiguilles d'Arye; au nord-ouest, les montagnes de Saint-Jean-de-Maurienne, de la vallée de l'Arc et les rochers de Château-Bourreau. Le plus grand diamètre de ce panorama est d'environ 85 kilomètres.

» Le quatrième panorama est pris d'un sommet du Pelvas, à 2705 mètres au-dessus de la mer, dans la vallée de Guil (Hautes-Alpes). Il est composé de quatorze feuilles et embrasse toute la circonférence. Il reproduit : au sud-est, les cols à gauche du mont Viso, conduisant en Italie, le mont Viso et le glacier d'Asti ; au sud, le Pain-de-Sucre et la Taillante ; à l'ouest, les montagnes du Queyras, le Pelvoux, dans le lointain, et le pic de Rochebrune; au nord, la Roche-Froide, les montagnes d'Abriès et la chaîne de la vallée de Thures; à l'est, l'arête du Pelvas. Le plus grand diamètre de ce panorama ne dépasse pas 50 kilomètres.

» Le cinquième panorama est pris du Chaberton, à 3134 mètres au-dessus de la mer, près de Briançon. Ce panorama comprend quatorze feuilles et embrasse toute la circonférence. Il reproduit : au sud-est, les montagnes du Queyras; au sud, le pic de Rochebrune; au sud-ouest, les montagnes de l'Argentière, le village du mont Genèvre, Briançon et les montagnes de Vallouise; à l'ouest, le massif de Pelvoux; au nord-ouest, les aiguilles d'Arve et le mont Thabor; au nord, les montagnes de la Maurienne et l'arête de Frénis, sous laquelle passe le tunnel des Alpes; au nord-est et à l'est, le mont Cenis, la vallée de Suze, la Roche-Melon et les montagnes de la vallée de Césanne. Le plus grand diamètre de ce panorama dépasse 110 kilomètres.

» Le sixième panorama est pris du signal de l'Homme, à 2180 mètres au-dessus de la mer, près de Bourg-d'Oisans. Il se compose de 14 feuilles et embrasse toute la circonférence. Il reproduit : au nord-ouest, les chaînes de la grande et de la petite Vaudène et les montagnes du val d'Ornon; à l'ouest, le Prégentil, le Taillefer et le pic d'Ornon; au sud, le pic de la Muzelle et l'aiguille d'Olan ; an sud-est, le glacier du mont de Lans, les pics de la Grave et du Midi ; à l'est, le col de Lautaret ; au nord-est, les aiguilles d'Arve et les Grandes-Rousses; au nord, les Petites-Rousses et les chaînes de Belledonne. Le plus grand diamètre de ce panorama ne dépasse pas 30 kilomètres.

» Le septième panorama est pris de la carrière d'ardoises, à l'entrée du

val d'Ornon, et représente les couches schisteuses de la montagne d'Huez. Il se compose de quatre épreuves et embrasse un angle de 102 degrés du nord-ouest au sud-est. Le point de station est à 820 mètres au-dessus de la mer.

» Premier album : *La Savoie.* — Les vues de détails comprennent : Les environs de Combloux et de Sallanches, le cours de l'Arve, l'aiguille de Varens, les rochers des Fiz, les Aiguilles-Rouges, le Brévent, la chaîne du mont Blanc, les environs de Mégève, la chaîne du mont Joli, les Aiguilles, la montagne de Flumet, etc.; le cours de l'Isère au nord de Moutiers, Moutiers et ses environs, les bains de Salins, les détails des salines, le cours du Doron, le cours de l'Isère à l'est, etc.; les montagnes de Château-Bourreau et de la Roche-Chavière, le cours de l'Arc, les Fourneaux, les bâtiments d'exploitation de la percée des Alpes, l'entrée du tunnel, le col de Frémis, la vallée de Modane, Modane et ses environs, le cours de l'Arc à l'est, les forts de l'Esseillon, etc.

» Deuxième album : *Le Dauphiné.* — Les vues de détails comprennent : La vallée de Bourg-d'Oisans, la vallée d'Ornon, le cours de la Romanche, les couches schisteuses de Prégentil, d'Huez et de l'entrée du val d'Ornon, la route de Vénosc, la rampe des Commères, les gorges de Freney, etc.; Briançon et ses forts, la vallée au-dessous de Briançon, le pont sur la Durance, la route du mont Genèvre, etc.; la gorge de l'Ange-Gardien, le cours du Guil au-dessous de Château-Queyras, le village et le fort de Chateau-Queyras, la gorge de Souliers, la vallée du Guil, etc.

» Les vues et les panoramas que j'ai l'honneur d'offrir à l'Académie complètent la reproduction photographique des Alpes, depuis le Gross-Glockener, dans le pays de Salzburg, jusqu'au mont Viso, dans le Piémont.

» Ce travail, commencé en 1859 et terminé en 1868, a duré dix ans sans interruption. J'ai eu pour but de donner, autant qu'il m'a été possible, une idée complète des grandes chaînes des Alpes au point de vue de la géographie physique et de la géologie. Je prie l'Académie de vouloir bien accepter mes remercîments, pour la bienveillance qu'elle m'a témoignée et les encouragements qu'elle m'a donnés pendant ces dix années de travail. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur l'aurore boréale du 15 avril 1869, observée à Bruxelles.* Note de **M. E. Quetelet**, communiquée par M. Ch. Sainte-Claire Deville.

« J'ai observé à Bruxelles, le 15 avril dernier, une belle aurore boréale colorée et une forte perturbation des aimants.

» Déjà, le 14 au matin, le barreau d'intensité horizontale avait une amplitude d'oscillation remarquable (6 divisions de l'échelle), sans que cependant la valeur moyenne fût notablement changée. Cette amplitude diminua plus tard. Le 15, à 9 heures du matin, l'amplitude du même barreau fut trouvée de 12 divisions, et, à partir de midi, la perturbation était nettement accusée.

» A 9 heures du soir, la déclinaison, qui, la veille et le lendemain, était, à cette heure, égale à 18°9',5, était descendue à 17°47', et, à $11^h 10^m$, elle est tombée à 17°19',8. Les composantes h et v de la force ont également subi de fortes altérations. Ainsi la composante h, qui à 3 heures était, en divisions de l'échelle, de $17^d 75$, tomba, à $9^h 15^m$ du soir, à $9^d 29$, se releva, à $11^h 30^m$, à $15^d 43$ et atteignit, à $1^h 25^m$ du matin, le minimum $2^d 01$.

» Au commencement de la soirée, le ciel était couvert; cependant, après 9 heures, quelques éclaircies ont permis de voir une lueur blanchâtre dans le N.-O. Le ciel s'est nettoyé de plus en plus à partir de ce moment.

» Le phénomène a été observé jusqu'à 2 heures, moment où les barreaux ont commencé à se rapprocher de leur état normal.

» Au-dessus de la base sombre s'étendait le segment lumineux de l'aurore, depuis environ O. 15 degrés N. jusqu'à N. 20 degrés E. Il était coupé, à certains moments, par des nuages sombres de forme allongée.

» Vers $10^h 40^m$, s'élançaient des jets lumineux (cinq bandes principales); la plus claire passa à 2 degrés à droite de α *Aurigæ;* une autre environ 10 degrés encore plus à droite. La base de ces jets de lumière est blanche comme la clarté générale, mais leur partie supérieure a une teinte rougeâtre. Après quelques minutes, ces bandes diminuent d'éclat, et elles finissent par disparaître vers $10^h 48^m$.

» A $11^h 30^m$, la clarté de l'aurore devient assez faible, mais, à minuit, elle augmente de nouveau; la clarté se termine dans l'O. en une espèce de brouillard et dans le N. en un long trait lumineux entre de légers nuages.

» A $12^h 40^m$, deux nouveaux rayons, l'un à 12 degrés environ à droite de α *Aurigæ*, l'autre à 2 degrés à droite de β *Aurigæ*. La base sombre de

l'aurore a subi un renflement, et c'est aux deux extrémités de celui-ci que les jets de lumière ont eu lieu.

» Vers $1^h 30^m$, tout le N. était couvert de rayons légèrement colorés. Le ciel paraissait être vu à travers un rideau léger. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Observations électriques et magnétiques faites à Greenwich, en rapport avec l'aurore boréale du 15 avril, communiquées par* **M. W. de Fonvielle.**

« Mercredi 14, l'électricité de l'air, qui était négative le matin, changea de signe et devint positive. Le jeudi 15, l'électricité se montra positive le matin comme la veille, et les signes de tension électrique, qui étaient faibles, disparurent avant l'aurore. La lampe qui sert à recueillir l'électricité ne fut allumée ni vendredi, ni samedi.

« Les aimants furent violemment perturbés au moment de l'apparition de l'aurore, le 15. Le 16, les perturbations magnétiques continuèrent, et une seconde aurore parut dans la soirée.

« La pluie, qui n'était pas tombée depuis quelque temps, s'éleva à 4 millimètres le 16, et à 12 millimètres le 17. »

M. Liandier adresse quelques observations sur l'aurore boréale du 15 avril.

M. Recht adresse une brochure imprimée en allemand avec le titre « Développement des lois de l'univers ».

Cet ouvrage sera soumis à l'examen de M. Regnault pour en faire, s'il y a lieu, l'objet d'un Rapport verbal.

M. Callibures demande et obtient l'autorisation de faire copier au Secrétariat les communications qu'il a adressées le 28 décembre 1857 et le 25 octobre 1858.

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section de Mécanique, par l'organe de son doyen, M. le baron **Ch. Dupin**, présente la liste suivante de candidats à la place de Correspondant laissée vacante par le décès de *M. Bernard* :

En première ligne. . . . . M. **Belanger**.
En deuxième ligne. . . . . M. **Didion**.
En troisième ligne et par ordre alphabétique . . . M. **Boileau**. M. **de Caligny**.

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la séance prochaine.

La séance est levée à 6 heures un quart. É. D. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 26 avril 1869, les ouvrages dont les titres suivent :

Le Jardin fruitier du Muséum; par M. J. Decaisne, Membre de l'Institut, 98e livraison. Paris, 1869; in-4°, texte et planches.

Description des machines et procédés pour lesquels des brevets d'invention ont été pris sous le régime de la loi du 5 juillet 1844, publiée par les ordres de M. le Ministre de l'Agriculture, du Commerce et des Travaux publics, t. LXV. Paris, 1869; in-4° avec planches.

Catalogue des Brevets d'invention, année 1868. Ministère du Commerce. Br. in-8°.

Recherches sur l'hydraulique; par M. de Caligny. Paris, 1869; 1 vol. in-4°.

Recherches théoriques et expérimentales sur le ventilateur à force centrifuge; par M. Ordinaire de Lacolonge. Paris, 1869; in-8°.

Topographie souterraine du bassin houiller de Valenciennes, avec cartes et plans; *par* M. Em. Dormoy. Paris, 1869; in-4°.

Quelques réflexions sur la doctrine scientifique dite Darwinisme; *par* M. Ch. des Moulins. Bordeaux, 1869; br. in-8°.

Les Moulins primitifs; par M. le Dr Foulon-Ménard. Nantes, 1869; br. in-8°.

Sulle... *Sur les pluies de l'automne de 1868 dans la haute Italie; par* M. le professeur Cantoni. Milan, 1869; br. in-8°.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 3 MAI 1869.

PRÉSIDENCE DE M. CLAUDE BERNARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Nouvelle preuve de la non-cécité de Galilée, tirée de la Lettre du* 5 *novembre* 1639. — *Observations sur la communication de* M. Breton (de Champ) *lue par* M. Le Verrier *dans la séance précédente; par* **M. Chasles.**

« La déclaration de M. le Directeur de la Bibliothèque nationale de Florence, que j'ai produite dans notre dernière séance, m'a mis sur la voie d'une pièce fort importante, car elle suffit seule pour prouver, par son état calligraphique et par son contenu, la non-cécité de Galilée.

» J'ai dit que je possédais un certain nombre de Lettres de Galilée écrites en italien, indiquées la plupart comme minutes (1). Or, j'avais communiqué, il y a huit ou neuf mois, à notre confrère M. Balard quelques-unes de ces Lettres, avec des sonnets aussi en italien, et quelques Lettres en français. Ces pièces, qui me sont rentrées il y a deux ou trois mois, étaient restées dans la même chemise avec des Lettres de Newton, et je n'ai eu la pensée de les consulter que ces jours derniers. J'ai été frappé de la date *D'Arcetri*

(1) *Comptes rendus*, t. LXVIII, p. 959.

li 5 di novembre 1639, de l'une d'elles, adressée à Rinuccini ; et, bien plus, y apercevant le passage cité dans la Déclaration de M. le Directeur de la Bibliothèque de Florence, j'ai reconnu que cette Lettre est la même que celle de Florence, de sorte que l'une est la copie de l'autre. Or, cette pièce est très-certainement de la même main que mes autres Lettres en italien, c'est-à-dire de la main de Galilée (de même aussi que mes deux mille Lettres en français). Quant au passage de cette Lettre relaté dans la Déclaration susdite, et qui, pris isolément, a pu paraître signifier que c'est pour écrire cette Lettre que Galilée a dû se servir des yeux d'autrui, la lecture complète de la Lettre prouve le contraire.

» Galilée y parle de l'Arioste et du Tasse, et du parallèle qu'il a fait de ces deux poëtes, il y a douze à quinze ans, en chargeant son exemplaire du *Poëme* du Tasse de notes et de comparaisons. Il dit que maintenant, pour un pareil travail, il lui serait nécessaire de se servir des yeux d'autrui, et que comme l'éloignement de la ville rend plus rare le commerce de ses amis, *il sera obligé d'aller plus lentement qu'il ne l'aurait voulu.* Il ajoute que ce travail, qui doit être ÉCRIT, *ne lui serait point pénible s'il pouvait l'effectuer* PAR LUI SEUL ; mais qu'il fera pas à pas tout ce qu'il pourra. Il prie Rinuccini d'excuser la faiblesse de ses forces.

» C'est-à-dire que Galilée fera le travail lui-même et SEUL, mais plus lentement que s'il pouvait avoir l'aide de ses amis. Aussi, nous verrons plus loin que ce n'est que le 19 mai 1640, qu'il a envoyé ce travail à Rinuccini.

» Et, en effet, il s'agissait d'une comparaison entre les deux poëmes de l'Arioste et du Tasse, laquelle devait exiger des lectures continuelles et des recherches et appréciations comparatives de pensées et de style, travail, on le conçoit, que l'état d'affaiblissement de la vue de Galilée devait rendre pénible et plus long que s'il eût pu se faire aider par quelques amis versés comme lui dans la connaissance littéraire des deux poëtes.

» Mais, on le voit, ces difficultés de travail et le temps plus long qu'il demandera, ne s'entendent nullement de la Lettre même de Galilée, et n'autorisent point à dire que cette Lettre est de la main d'un autre. Que la pièce de Florence soit de Vincent Galilée, qui aurait imité l'écriture de son oncle si parfaitement que les calligraphes les plus experts pourraient prendre le change, comme le dit M. le Directeur de la Bibliothèque de Florence, cela est possible, quoiqu'il ne soit jamais question, je crois, de ce neveu, et de son talent de calligraphe, dans le Recueil des Œuvres de Galilée; mais, bien certainement, tout le monde jugera que la pièce que je présente à l'Académie est de la main de Galilée. Je me ferai un devoir,

et ce sera pour moi une grande satisfaction, d'en envoyer la photographie à M. le Directeur de la Bibliothèque de Florence.

» Pour que l'on juge si j'ai bien rendu le sens de la Lettre, j'en donne ici la traduction complète, et j'y joins le texte original.

D'Arcetri, le 5 novembre 1639.

Très illustre seigneur,

J'aurais pu, il y a 12 ou 15 ans, donner à V. S. I. beaucoup plus grande satisfaction que je ne pourrais le faire dans les quelques jours qui vont suivre, parce que j'avais dans ce temps le poëme du Tasse, relié avec interposition de pages en pages de feuilles blanches, où j'avais non-seulement enregistré les rencontres de pensées semblables à celles de l'Arioste, mais encore indiqué l'ordre des discours, selon qu'ils me semblaient devoir être placés les uns avant les autres. Ce travail m'est parti des mains, je ne sais comment. Maintenant il ne me paraîtrait pas difficile, pour donner à V. S. I. toute la satisfaction possible, de reprendre ces poëmes, et de faire une note des rencoutres de matières et de pensées qui sont semblables dans l'un et dans l'autre : mais parce qu'il m'est nécessaire de me servir des yeux d'autrui, et que l'éloignement de la ville me rend plus rare le commerce de mes amis, *je serai forcé d'aller plus lentement que je ne l'aurais voulu.* Les Pères de l'école que vous me citez se trouvent loin d'ici; l'un à Sienne et l'autre à Naples. Celui de Naples est attendu bientôt; l'autre, qui a suivi le sérénissime prince Léopold, ne sera pas à Florence jusqu'à la Saint-Jean. Cependant est venu à moi le R. P. Vincent Renieri, moine du monastère d'Olivet, et il m'a fait la grâce de m'aider à noter quelques-unes desdites rencontres, et ce sont celles que je vous envoie : et ensuite, selon que l'opportunité s'en présentera, je ferai encore quelque chose et je vous en ferai part; et à la première occasion j'y joindrai quelques-uns des motifs qui me font préférer, pour la majeure partie du parallèle, l'Arioste au Tasse. Mais il serait meilleur, pour finir de semblables controverses, d'en parler de vive voix et de pouvoir répliquer pendant plusieurs heures. Car, *pour mettre cela en* ÉCRIT, *il faudrait plusieurs semaines; travail qui ne me serait pas pénible, si je pouvais l'effectuer* PAR MOI SEUL. Mais j'irai pas à pas, faisant le plus qu'il se pourra. Pour le moment, agréez la promptitude de l'intention, et excusez la faiblesse de mes forces. Je recommande à la diligence de V. S. I. la lettre ci-jointe. Cependant, avec toute espèce d'affection révérencieuse, je lui baise les mains et lui souhaite une entière félicité.

De V. S. illustrissime

Le très-dévoué et très-obligé

GALILÉE GALILEI.

A François Rinuccini.

D'Arcetri li 5 di novembre 1639.

Illustrissimo Signor,

Avrei potuto dodici o quindici anni fa dare a V. S. I. assai maggior sodifazione di quella che potro in questi giorni futuri, atteso che in quei tempi avevo il poema del Tasso legato con l'interpozione di carta in carta di foglibianchi dove avevo non solamente registrati i riscontri dei luoghi di concetti simili in quello dell'Ariosto, ma ancora aggiuntovi discorsi secondo che mi parevano questi o quelli dovere essere anteposte. Tal libro mi ando male ne so in qual modo : ora non mi parra grave per dare quello che piu potro di satisfazione a

V. S. I. ripigliare detti poemi e fare una nota dei riscontri delle materie e concetti simili nell'uno e nell'altro; ma perchè mi e necessario servirmi degli occhi di altri, e la lontananza della citta mi rende piu raro il commercio degli amici *mi sara forza andare piu lentamente di quello che vorrei*. I padri delle scuelo (sic) pie nominatimi da lei si trovano lontanidi qui cioe l'uno a Siena e laltro a Napoli : questo di Napoli si aspetta in breve; laltro, che sequita il sereniss. principe Leopoldo, non sara in Firenze insino a S. Giovani. Intanto sendo venuto da me il molto Rev. padre D. Vincenzio Renieri monaco Olivetano mi ha fatto grazia di aiutarmi a notare alcuni dei sopra detti riscontri, e sono questi che li mando qua di sotto secondo le oportunita che mi si presenteranno andeve facendo qualche cosa e partecipandonela e per la prima occasione soggiuguero qualcuno dei motivi che mi fanno anteporre nella maggior parte dei paralleli l'Ariosto al Tasso. Se bene per meglio definire tali controversici vorrebbono discorsi in voce, e repliche di molte ore, che *per metterli in carta sarebbono di molte settimane; opera che a me non sarebbe grave se* PER ME SOLO IO POTESSI EFFETTUARLA; ma andero facendo di passo in passo quello che piu si potra; per ora gradisca la prontezza del l'animo, e scusi la debolezza delle forze. Raccomando alla diligenza di V. S. I. la qui allegata, mentre con reverente affetto li bacio le mani e li prego intera felicita.

Di V. S. illustrissima

Devotiss. e obligatiss. servitore

A Francesco Rinuccini. GALILEO GALILEI.

» J'ai exprimé, dans notre dernière séance, quelque étonnement que les deux Lettres des 16 mai 1640 et 9 mars 1641, citées par M. Charavay comme étant en dehors des Mss. Galiléens, et ayant été acquises par le dernier Grand-Duc, ne se trouvent pas dans le Recueil de M. Alberi. Aussitôt que j'ai su, comme je viens de le dire, que la Lettre du 5 novembre 1639 était adressée à Rinuccini, j'ai cherché dans ce Recueil s'il s'y trouvait quelques Lettres adressées au même. Je m'empresse de dire qu'il y en a deux : l'une du 19 mai 1640, et l'autre du 29 mars 1641 (t. VII, p. 310 et 361), qui sont peut-être celles que M. Charavay a vues et qu'il désigne sous les dates 16 mai 1640 et 9 mars 1641.

» Cependant, si l'on considère que M. Alberi a toujours eu soin de faire connaître la provenance des Lettres qu'il rapporte, en indiquant pour chacune les auteurs qui l'ont déjà donnée, et le volume des Mss. Galiléens où elle se trouve parfois aussi, en copie ou en original, on peut s'étonner que, pour les deux Lettres en question, cette double mention soit incomplète; car, pour la première, il est dit seulement qu'elle se trouve dans le Recueil de Martinelli, dans l'édition de Milan, et dans l'ouvrage de Venturi de 1818; et il n'est pas dit qu'elle existe, en original ou en copie, dans la Bibliothèque de Florence. Pour la seconde, M. Alberi dit qu'elle est prise de la Collection *Rinucciniana*, et écrite de la main de Viviani, comme presque toutes les dernières Lettres de Galilée. La première paraît

donc n'être pas prise de cette même collection. Assurément il y a là quelque chose à désirer.

» La première de ces deux Lettres, celle du 19 mai 1640, prend ici une certaine importance, parce qu'elle se rapporte à la Lettre du 5 novembre 1639, et paraît être le travail, ou du moins le commencement du travail, assez long, qu'exigeait le parallèle entre l'Arioste et le Tasse : car tel est le sujet de la Lettre; et en outre Galilée commence par s'y excuser du long retard qu'il met à satisfaire à la demande de Rinuccini, et rappelle la perte qu'il a faite du volume du Tasse, dont il a parlé dans cette Lettre du 5 novembre. Mais ce qui donne dans la discussion actuelle une nouvelle importance à cette Lettre, c'est que j''en possède une translation en français, qui fait partie d'une longue Lettre de Galilée à Rotrou, en date du 20 juin 1640, commençant par ces mots : « Ainsi que je l'ay dit à M[r] Fr. Rinuccini dans » la lettre que je lui escrivis le 19 may dernier... »

» Je mets sous les yeux de l'Académie cette Lettre, en quatre grandes pages in-4°, qui a tous les caractères de la vétusté bien plus encore que celle du 5 novembre 1639, et qui est aussi certainement de la main de Galilée. Elle fait partie de plus de deux cents Lettres de Galilée à Rotrou, dont un grand nombre sont, comme les trois dont il vient d'être question, de l'époque de la prétendue cécité de l'illustre Florentin.

» *P. S. Mardi.* — Je m'empresse de faire connaître que la Lettre de Galilée du 5 novembre 1639 se trouve dans le tome XV de M. Alberi. On lit, p. 257 : *Due lettere a Francesco Rinuccini nelle quali si paragona il Tasso coll' Ariosto.*

» La première de ces deux Lettres est celle du 5 novembre 1639, et la seconde, celle du 19 mai 1640, qui se trouvait déjà, à son ordre de date, dans le tome VII. Pourquoi celle du 5 novembre 1639 ne s'y trouve-t-elle pas aussi? Pourquoi sa provenance n'est-elle pas indiquée en note comme pour toutes les Lettres du Recueil?

» Et pourquoi surtout M. Govi a-t-il répondu que cette Lettre, signalée par M. Charavay, n'existait point dans la Bibliothèque de Florence, quand non-seulement elle s'y trouve, mais qu'elle est aussi dans le Recueil de M. Alberi (1).

(1) Voici les propres paroles de M. Govi : « Je n'ai rien rencontré de ce que M. Chasles croyait s'y trouver (dans la Bibliothèque nationale de Florence)... . Je dois même l'avertir, afin d'éviter tout malentendu, que les Correspondances de Galilée sont partagées en deux séries, numérotées séparément : la série des *Lettres familières* et celle des *Lettres scientifiques*, et que la Lettre du 5 novembre 1639 ne se trouve ni dans l'un ni dans l'autre de ces deux Recueils. » (*Comptes rendus*, t. LXVIII, p. 774.)

Observations sur la communication de M. Breton (de Champ).

« M. Breton avait annoncé dans sa communication du 12 avril que les passages de Savérien qu'il a cités formaient une *preuve décisive* que mes Documents étaient l'œuvre d'un faussaire; ce qui mettait fin à une mystification qui dure depuis trop longtemps devant l'Académie.

» J'ai répondu aussitôt que Savérien avait prévenu ses lecteurs qu'en indiquant les ouvrages principaux dont il avait fait usage dans chaque Notice, il avait omis d'autres citations d'une moindre importance; qu'il fallait donc que M. Breton discutât scientifiquement et littérairement les soixante-trois Pièces de Pascal dans lesquelles se trouvaient les dix-huit passages de Savérien, pour prouver que par le sujet, les pensées et le style, toutes ces Pièces ne faisaient pas un corps homogène, une œuvre naturelle; d'où il aurait conclu qu'elles étaient l'œuvre d'un faussaire. Voilà la tâche, ai-je dit, qui incombe à M. Breton; j'attends ses raisonnements sur cette partie de sa communication.

» Or, que répond M. Breton? « Que *tout porte à croire* que Savérien a » exposé de bonne foi le système de Newton. »

» Ainsi voilà la *preuve décisive* de M. Breton changée par lui-même en une probabilité, une induction, une croyance.

» Voilà comment il continue le rôle qu'il a voulu prendre, comment il élude la tâche que sa confiance irréfléchie lui a créée.

» Va-t-il au moins traiter d'autres points de la question? Nullement. Il dit : « M. Chasles m'adresse deux autres questions auxquelles je crois qu'il » serait prématuré de répondre maintenant, attendu qu'elles pourront de» venir sans intérêt dans un temps qui n'est peut-être pas fort éloigné, par » suite des faits nouveaux qui seront signalés. »

» J'ai dit, en effet, qu'il semblait que M. Breton entendait, comme M. Faugère, que les Documents que j'ai produits sur la pesanteur de l'air étaient l'œuvre du *faussaire aux longues oreilles*. Et j'ai ajouté : « Puisque » M. Breton s'est adressé à l'Académie, trouvera-t-il convenable, et de » son devoir même, de s'expliquer à ce sujet? ou bien répondra-t-il, » comme M. Faugère, qu'il a suffisamment satisfait à la tâche qu'il s'est » imposée? »

» Voilà les deux questions que j'ai adressées à M. Breton. Eh bien, il fait comme M. Faugère, il refuse d'y répondre, parce qu'il compte sur un temps, qui n'est peut-être pas éloigné, où de nouveaux faits seront signalés. C'est-à-dire que M. Breton n'était pas en mesure de justifier son annonce de *preuves matérielles* qui allaient mettre un terme à une mystification

tolérée par l'Académie depuis trop longtemps. Et, bien plus, M. Breton paraît n'être pas plus en mesure maintenant, puisqu'il attend un temps qui n'est peut-être pas fort éloigné.

» Voilà ce que M. Breton considère sans doute comme une discussion sérieuse. Où trouverait-on un autre exemple de pareille discussion devant l'Académie? Je pourrai le dire un jour.

» M. Breton dit que les trois Lettres que j'ai produites (*Comptes rendus*, p. 887) « tendent à établir que Savérien a eu à sa disposition les Documents » de toute nature que renfermait la bibliothèque de Madame de Pompadour. »

» Ces Lettres établissent seulement que Savérien a été mis en possession de deux cents Lettres de *Copernic*, *Galilée*, *Descartes*, *Gassendi*, *Pascal*, *Malebranche*, *Leibnitz*, *Newton* et *autres savants du* XVII^e^ *siècle*. Il peut y avoir eu quelque raison, à un certain moment, pour que les bonnes dispositions annoncées par la Marquise de Pompadour en faveur de Savérien n'aient pas eu un long effet. C'est ce qui est arrivé. Savérien ayant été dénoncé comme ami de Voltaire et newtonien, l'accès de la bibliothèque lui a été retiré.

» Quant à la découverte de la pesanteur de l'air, qu'a répondu M. Breton à ma citation des ouvrages imprimés de Jean Rey, Descartes, Galilée, le P. Mersenne, et des nombreuses Lettres manuscrites de Galilée, Pascal, Jean Rey, M^lle^ de Gournay, Montesquieu, constatant les recherches et les travaux faits en commun par Galilée et Pascal?

» M. Breton ne dit pas un mot de ces Documents. Mais, passant à un autre sujet, il cite une Lettre de Montesquieu dont des fragments se trouvent dans l'éloge de Newton par Fontenelle. Il veut sans doute en conclure que les Lettres de Montesquieu sont aussi l'œuvre d'un faussaire, comme l'ont dit, du reste, MM. Faugère et H. Martin.

» On a publié très-peu de Lettres de Montesquieu; et on pourrait croire qu'il écrivait peu; ce qu'on a dit, pour la même raison et à grand tort, de Labruyère. Mais ses correspondances étaient très-étendues. Je possède plusieurs centaines de ses Lettres adressées à divers personnages, sans compter de nombreuses instructions écrites pour son fils sous forme de Lettres. Le roi Frédéric II dit effectivement, dans une Lettre que j'ai sous les yeux, que Montesquieu « a dû écrire un nombre de Lettres immense et en recevoir de même »; il demande qu'on lui en communique. C'est peut-être quand il se proposait de faire le panégyrique de Montesquieu ou un parallèle entre ce grand homme et Machiavel.

» Montesquieu, ai-je dit dernièrement, ne tarit pas, dans ses nombreuses correspondances, sur Galilée, Descartes, Pascal et Newton.

» Cependant parmi ses Lettres il en est une, dont le destinataire n'est pas indiqué, que j'ai citée dès les premiers temps de cette polémique, et dans laquelle il paraîtrait être dans une disposition d'esprit différente à l'égard de Newton. C'est cette Lettre que signale M. Breton. Mais il suffit de remarquer que dans cette Lettre Montesquieu ne parle aucunement des travaux de Newton, et qu'il dit seulement, comme pouvant s'y rapporter, qu'*il aimait à s'entourer de documents et qu'il en faisait rechercher partout.*

» Cette Lettre de Montesquieu a passé aux mains de Fontenelle, qui en a inséré des extraits dans son éloge de Newton, paru en 1729 dans les Mémoires de l'Académie des Sciences. Cet éloge a donné lieu à Montesquieu d'adresser à Fontenelle de vifs reproches sur sa faiblesse, sa partialité en faveur de Newton, et son injustice envers ses compatriotes, Descartes et Pascal, comme aussi envers Galilée. Fontenelle s'excuse en disant que c'était un éloge qu'il avait à faire au nom de l'Académie, et qu'il eût été inconvenant qu'il y mêlât des critiques. Montesquieu, qui n'avait pas encore des preuves matérielles de tous les faits qu'il avait appris, dit qu'un jour la vérité sera dévoilée. Bientôt après il annonce avoir des preuves, et qu'il les divulguera. Fontenelle comprend sa position; voit qu'il faut apaiser Montesquieu, faire des concessions, comme il le marque à Maupertuis; et écrit dans ce sens à son terrible persécuteur. Il promet de saisir la première occasion de réparer son tort. C'est ce qu'il a fait dans l'Histoire de l'Académie pour 1734, en citant le passage de la Lettre de Pascal et de Roberval à Fermat sur l'attraction, passage dont j'ai déjà parlé en l'opposant à M. Faugère pour le convaincre, par cette preuve ajoutée à beaucoup d'autres, que cette Lettre sur l'attraction n'était point du Président Pascal, comme il le prétendait, mais bien du jeune Pascal.

» Fontenelle envoie ce passage à Montesquieu, qui lui répond qu'il y a mis une telle réserve, un tel ménagement, qu'il ne sait s'il doit l'en féliciter; mais qu'enfin il s'en contente.

» Tout ce que je dis ici révèle des faits restés inconnus, que je puise dans de très-nombreuses Lettres parfaitement concordantes. Je prie l'Académie de me permettre d'insérer ici des extraits de quelques-unes de ces Lettres, qui suffiront, et au delà, pour mettre la vérité dans son jour, et réaliser à ce sujet l'espoir et le vœu de Montesquieu.

» On va voir par ces Lettres que Montesquieu a connu personnellement Newton, dans un premier voyage en Angleterre. Je possède quelques Lettres qu'il lui écrivit alors, et les réponses de Newton, et en outre des Lettres de Newton à Fontenelle et à Desmaizeaux, relatives à cette visite de Montesquieu. »

Montesquieu à Fontenelle.

12 janvier. — J'ai lu votre éloge du chevalier Newton; je l'ai même relu. Vous avez été généreux : les Anglois doivent vous avoir en grande estime.... Je l'ai connu personnellement (M. Newton), comme vous l'avez connu aussi; et vous savez qu'on n'appercevoit guère dans son air cette grande sagacité qu'on lui pretoit. Il y avoit même quelque chose de languissant dans son regard et dans ses manières, qui ne donnoit pas une grande idée de lui. Il ne me convient pas de vous en dire davantage, si ce n'est que je suis étonné que dans l'historique que vous avez fait de lui, vous ne parliez pas de certains faits qui ont été connus de tout le monde. Je suis....

Ce 22 mars. — Je vous ai dit, monsieur, que j'avais eu occasion de voir M. le chevalier Neuton peu de temps avant sa mort, et que j'avois eu un assez long entretien avec luy; et je n'ai remarqué en lui autre chose qu'un homme très-ordinaire, pour ne pas dire au-dessous.... Je remarquai qu'il ne me parloit point de Pascal, et ayant prononcé plusieurs fois ce nom il changea la conversation. Cela me sembloit extraordinaire, je revins à la charge: mais je vis que cela lui déplaisoit. Je n'insistai pas davantage. Mais je voulus avoir le fin mot de cela. J'en parlai à un de mes amis qui me l'expliqua.

Ce 3 août. — Je vous ai fait connoître que j'avais vu M. le chevalier Newton dans un premier voyage que je fis en Angleterre, et que j'ai eu un assez long entretien avec lui, mais que j'avois été fort surpris de savoir que c'étoit là l'homme qu'on aduloit. Je n'ai pas été moins surpris quand j'ai vu l'éloge que vous en avez fait, ainsi que je vous l'ai déjà dit. Il sembleroit, par ce que vous dites, que le chevalier Newton n'auroit jamais lu Pascal, et que c'est pour cela qu'il ne le cite pas dans ses œuvres; mais ceci seroit à l'encontre de M. Newton, et ce seroit une preuve qu'il n'a jamais cherché à s'instruire. Mais il n'en est point ainsi. Je scay pertinemment que le chevalier Newton a connu les écrits de Pascal, non-seulement ceux imprimés, mais ceux restés encore Mss., et que s'il ne l'a point cité dans ses œuvres, c'est qu'il avoit des raisons pour cela, et de plus, c'est que Newton étoit ingrat. Je pourrois vous citer plusieurs particularités à ce sujet. Mais, du reste, là dessus vous en savez plus que moi.

Monsieur, si je me suis permis de vous écrire si ouvertement au sujet de l'éloge que vous avez fait du chevalier Newton, c'est parce que j'ay vu avec peine que vous n'y justifiez pas M. Pascal. Car, aussi bien que moi, vous scavez combien étoit borné le génie du chevalier Newton; vous savez que s'il n'avoit pas eu un chemin bien tracé et bien aplani même, qu'il ne seroit jamais arrivé là où vous le placez si obligeamment : il n'auroit jamais osé l'entreprendre. Et qui lui a tracé cette route? Vous ne l'ignorez pas. Ce sont les papiers que lui envoya monsieur Pascal; ce sont les escrits de ce dernier, ceux de Descartes, de Galilée même et de plusieurs autres encore, que le hazard a mis entre ses mains et qu'il a scu amalgamer dans le silence de son cabinet, en y ajoutant quelques observations que même il empruntoit à des amis. Tel fut M. Newton dont vous faites si bel éloge. Je ne m'en serois pas plaint, si cela n'avoit pas été au détriment de Mrs Galilée, Descartes et Pascal, qu'avec raison on devroit considérer comme les plus grands génies du globe.

Ce 13 mars. — C'est avec regret, veuillez bien le croire, que je me suis permis de vous adresser certains reproches au sujet de MM. Descartes, Pascal et Neuton. Vous savez aussi bien et peut-être mieux que personne, que ce dernier a construit son temple de gloire, si je puis m'exprimer ainsi, sur des fondemens et des matériaux préparés par les deux premiers; et malgré tous les soins et toutes les précautions que l'on a pris déjà et que l'on prend encore pour anéantir les preuves de ces faits, il en restera toujours des témoiguages qui tôt ou tard surgiront. Car la vérité finit toujours par se dévoiler.

Ce 30 novembre. — Vous avez bien raison de dire que Galilée doit être regardé comme un génie rare dont le nom sera toujours à la tête des découvertes les plus importantes, et sur lesquelles la philosophie est fondée. Nous devons admirer dans Galilée un philosophe, un géomètre, un mécanicien et un astronome qui n'avoit pas moins de pratique que de théorie. Vous auriez pu ajouster, puisque vous le scaviez, que sans lui et sans MM. Descartes et Pascal ses émules, il n'y auroit jamais eu de Neuton, dont le génie, dit-on, a surpassé l'esprit humain. Oui, monsieur, Galilée doit être considéré comme un génie rare, dont le nom doit être toujours à la tête des découvertes les plus importantes; et non-seulement il fut savant dans les sciences, mais aussi dans les lettres. C'est lui qui a dissipé les erreurs de l'ancienne école. C'est lui qui fut le maître de Torricelli, de Castelli, d'Agiunti, de Viviani, de Borelli, etc.; et ses émules ont été Descartes et Pascal. Vouloir contester ces faits, c'est vouloir nier la vérité.

Je suis, monsieur, votre très-humble et très-obéissant serviteur,

A Monsieur de Fontenelle. MONTESQUIEU.

Lundi. — Monsieur, j'ai reçu votre lettre en réponse à celles que je vous avois adressées au sujet de l'éloge que vous avez fait de M. le chevalier Neuton. J'admets vos excuses. Il est vrai, monsieur, qu'autrefois j'ai écrit des louanges en faveur de ce prétendu savant anglois, mais c'étoit sous des rapports qu'on m'en avoit fait. Quand plus tard j'eus l'occasion de voir l'homme et d'en juger par moi-même, et de plus ayant connu surtout, non par des ouï dire, mais par des preuves authentiques qu'il n'étoit qu'un plagiaire, que les livres qu'il s'attribue ont été fabriqués avec les matériaux d'autrui, ayant connu enfin ses supercheries, ce fut là la cause du changement de mon opinion à son égard : et si je me suis permis de vous écrire avec une certaine animosité, c'est que j'ai appris en même temps que vous n'ignorez pas ces supercheries, et que même depuis longtemps vous les connoissiez. Il me semble qu'il est de toute bienséance et d'équité surtout de ne pas faire de si grands éloges d'une personne quand on sait qu'elle ne les mérite pas. Voilà, monsieur, la raison pourquoi je me suis permis de vous écrire avec une sorte de remontrance. Je n'en suis pas moins, monsieur,

Votre très-humble, très-dévoué et très-obéissant serviteur,

A Monsieur de Fontenelle. MONTESQUIEU.

Ce 2 septembre. — Quoique je ne sois pas apte à juger M. Pascal comme géomètre, parce que je n'ai que de très faibles notions sur cette science, comme déjà je vous l'ai dit, cela n'est pas une raison pour que je ne sache apprécier son mérite et le juger par ses autres travaux, et que je ne voye parfaitement qu'on a voulu rabaisser son génie et qu'on voudroit le rabaisser encore au profit de M. Neuton. Je vous ai déjà dit que j'avois appris bien des choses

à ce sujet lors de mon séjour en Angleterre, et que là j'ay scu connoître et apprécier M. le chevalier Newton, dont vous avez fait si bel éloge. Il faut réellement que vous n'ayez pas bien connu ce prétendu grand philosophe, ou que vous ayez esté aveuglé par les beaux récits qu'on vous en aura fait.

Ce 7 février. — Je vous ai dit, ou plutôt je vous ai rappelé à la mémoire, car vous savez comme moi, et même beaucoup mieux, toutes les choses qu'on a fait pour tâcher d'anéantir les traces des relations de Pascal avec Neuton. Et pour quel motif? Cela se devine et se divulguera peut-être un jour; car il doit bien en rester encore des traces quelque part. Mais terminons ce débat. Seulement comme j'ai été accusé de ne pouvoir apprécier le génie de Pascal parce que je n'étois point geomètre, je tacherai de l'apprécier comme écrivain, et c'est sur ce chapitre que je m'entretiendrai maintenant avec vous. Peut être que nous nous comprendrons mieux.

Monsieur,

Je n'ai point prétendu vous dire par ma lettre que Mr. le chevalier Neuton fût entièrement dépourvu de mérite, malgré tout ce que j'ai appris de ses supercheries; loin de moi est cette pensée. J'admets même qu'il a dû se donner beaucoup de peine pour confectionner ses livres, quoiqu'il en ait trouvé les matériaux tout préparés. Mais ce que je n'admets pas, c'est qu'on veuille en faire un génie supérieur à tous, qu'il a tout créé, tout inventé; tandis que réellement il n'avoit point le génie créateur et qu'il est parfaitement démontré qu'il n'a marché que sur les traces de Galilée et de ses émules Descartes et Pascal. Voilà ceux qui furent des génies créateurs. Vous ne devez pas avoir oublié ce qu'en a dit M. l'abbé Le Gallois qui, lui aussi, étoit fort bien renseigné, et savoit apprécier les choses selon leur mérite. Je ne vous en dis pas davantage par cette lettre, si ce n'est que je suis, Monsieur,

Votre très humble et très obéissant serviteur.

A Monsieur de Fontenelle. MONTESQUIEU.

Ce 3 novembre. — Monsieur, autrefois je vous reprochai d'avoir fait trop bel éloge de M. le chevalier Newton au détriment de Mrs Descartes et Pascal, et je vous ai dit qu'il restoit sans doute des traces des relations de ce dernier avec Mr. Newton. Aujourd'hui ce n'est plus un doute pour moi, car il m'a été montré des documens qui en sont un tesmoignage. Ces mêmes documens confirment aussy tout ce que je vous ay dit touchant ce grand génie. Si un jour nous pouvons encore nous rencontrer, je vous en entretiendrai. Cependant je ne puis vous dire encore où sont ces documens, pour des raisons particulières. Je me contenterai de vous dire qu'ils sont en très grand nombre. Je suis, Monsieur, votre très humble serviteur.

A Monsieur de Fontenelle. MONTESQUIEU.

Monsieur, j'ai reçu votre dernière lettre avec plaisir puisque vous promettez de réparer, c'est à dire, si je comprends bien, de divulguer, quand l'occasion se présentera, certains faits qu'il ne vous etoit pas permis de dévoiler en faisant l'éloge du chevalier Neuton : c'est vous dire assez avec quelle impatience j'attends cette occasion, et veuillez m'excuser si j'ai mis tant d'animosité à votre égard dans mes précédentes lettres. Mais comme je vous l'ai déjà dit, j'aime l'équité.

Jeudi. — Monsieur, j'ai reçu l'article que vous m'avez soumis, dans lequel je vois qu'en effet vous dites, parlant des lois de l'attraction, desquelles M. Newton s'attribue la découverte, vous rapportez, dis-je, que déjà avant lui, deux de nos compatriotes en avoient parlé. Mais vous faites cette déclaration avec une telle réserve, avec un tel ménagement, que je ne sais vraiment pas si je dois vous en féliciter. J'aime les choses dites avec plus de franchise. On diroit que vous avez fait un grand effort en faisant cette révélation qui pourtant n'est qu'une vérité. Enfin, et quoiqu'il en soit, je vous en sais gré. Je suis avec un profond respect, Monsieur, votre très-humble et très-obéissant serviteur, MONTESQUIEU.

A Monsieur de Fontenelle.

Fontenelle à Montesquieu.

Jeudi.

Monsieur,

Si je n'ai pas répondu immédiatement à plusieurs de vos lettres, par lesquelles je vois que vous êtes outré contre moi à cause de ce que j'ai écrit en faveur du chev. Neuton, c'est parce que certaines préoccupations et des travaux qu'il ne dépendoit pas de moi de suspendre, en sont la cause.

Je suis surpris, Monsieur, de ce revirement d'opinion de votre part à l'égard du philosophe anglois, car vous-même avez fait autrefois son éloge. Une lettre de vous que j'ay entre les mains m'en est un témoignage; et fort de votre autorité je m'étois même appuyé sur cette appréciation pour faire cet éloge du chevalier Neuton.

Je vous le répète, Monsieur, je trouve étrange, après ce que vous avez écrit autrefois, de votre changement d'opinion à l'égard du chevalier Neuton. Au surplus vous devez bien penser qu'ayant été chargé par l'Académie de faire l'éloge de ce membre étranger, je ne pouvois me servir des armes de la critique. Cela auroit été inconvenant de ma part; et cette raison seule doit me justifier.

Quoi qu'il en soit, je suis, Monsieur, votre très-humble et très-obéissant serviteur,

A Monsieur de Montesquieu. FONTENELLE.

Samedi,

Monsieur,

Déjà je vous ai fait connoître les raisons pourquoi je devois m'abstenir, dans l'éloge de M. Neuton, de dire des choses qui pussent blesser, non-seulement ses compatriotes, mais ses nombreux partisans parmi lesquels se trouvent plusieurs François, puisque c'étoit son éloge dont j'étois chargé de faire. Vous connoissez trop bien les lois de la bienséance, pour ne pas comprendre cela.

Maintenant, que j'aye dépassé quelque peu les limites, je ne vois pas que le mal soit aussi grand que vous pouvez vous le figurer. Du reste vous devez bien penser que dans cette circonstance je ne devois point rappeler ni même faire allusion à la querelle survenue autrefois et qui sembloit oubliée, qui avoit été vidée et pardonnée même depuis plus de quinze ans, cela auroit été malséant de ma part. Vous-même au fond de votre cœur m'auriez désapprouvé, j'en suis certain. J'espère donc que vous daignerez m'excuser en faveur des circonstances où je me trouvois quand je fis cet éloge. Dans un autre moment et quand l'occasion se présentera, je réparerai le tort que j'ai pu faire à nos compatriotes, si toutefois t rt il y a, de manière à vous satisfaire. Je ne vous dis rien davantage aujourd'hui.

Je suis, Monsieur, votre très-humble et très-obéissant serviteur, FONTENELLE.

A Monsieur de Montesquieu.

Monsieur, Jeudi.

Je vous envoye un petit article que j'ai préparé pour être inséré dans l'histoire de l'Académie des Sciences. J'y fais allusion, comme vous le verrez, à certains faits pour lesquels autrefois et naguères encore vous me faisiez des remontrances. J'ose espérer que vous en serez satisfait, ce que je désire de tout mon cœur.

Je suis, Monsieur, votre très-humble et très-obéissant serviteur, FONTENELLE.

A Monsieur de Montesquieu.

Fontenelle à Maupertuis.

Monsieur, Paris, ce 24 mars.

Je vois avec plaisir que vous êtes partisan du système Newtonien, et je vous félicite d'avoir été un des premiers à le faire connoître en France. Moi aussi je suis partisan de ce système parce que je le crois le plus rapproché de la vérité. Mais nous avons un fier antagoniste contre nous, c'est M. de Montesquieu, qui naguères encore faisoit l'éloge du chevalier Neuton, et tout à coup par un revirement d'opinion a changé, non peut-être contre le système Neutonien, mais contre la personne de Neuton. Il paroît qu'il a appris certaines choses, du moins c'est ce qu'il m'a donné à entendre. Je crois qu'il est disposé à les divulguer, je vous en préviens afin que vous ne soyez point surpris. Si vous pouviez venir me voir, nous causerions ensemble de cela. Il a l'air très-outré de l'éloge que j'ai fait du chevalier Neuton. Je crois que pour l'appaiser, il faudra faire quelques concessions; pour ma part j'y suis disposé, lorsque l'occasion s'en présentera. Enfin, venez me voir, et nous parlerons de cela.

Je suis, Monsieur, votre très-humble et très-obéissant serviteur, FONTENELLE.

A Monsieur de Maupertuis.

« **M. Le Verrier**, en raison des termes un peu vifs employés par son confrère à l'égard de M. Breton (de Champ), croit devoir rappeler de nouveau que cet honorable ingénieur paraît avoir raison.

» Il ne semble pas qu'on puisse accuser M. Breton (de Champ) de chercher un faux-fuyant lorsqu'après avoir dit qu'on trouvera sans doute d'autres sources auxquelles a puisé le faussaire, il indique aussitôt qu'une prétendue lettre de Montesquieu aurait été copiée en partie sur l'éloge de Newton par Fontenelle.

» L'interprétation inverse semble offrir une impossibilité que M. Chasles pourra peut-être lever immédiatemennt s'il est permis de la signaler. Newton est mort en 1727. Son éloge par Fontenelle a été imprimé en 1729. C'est le 31 octobre seulement de cette dernière année que Montesquieu s'est embarqué à La Haye pour l'Angleterre d'où il n'est revenu qu'en 1731. Et c'est seulement après son retour qu'il aurait adressé à Fontenelle la lettre en question. Comment donc Fontenelle aurait-il pu copier en 1727

ou 1728, et imprimer au plus tard en 1729, une lettre que Montesquieu n'aurait pu écrire que deux années après?

» Les travaux de l'Académie ne permettant pas en ce moment une discussion approfondie, M. Le Verrier exprime le désir d'obtenir la parole dans la séance du lundi 17 mai. »

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *De l'insalubrité des poêles de fonte ou de fer, élevés à la température rouge; par* **M. le Général Morin.** (Extrait.)

« L'Académie avait chargé une Commission composée de MM. Payen, Cl. Bernard, Fremy, H. Sainte-Claire Deville, Bussy et moi, d'examiner divers Mémoires qui lui ont été adressés sur la question fort complexe et fort importante de l'insalubrité des appareils de chauffage en fonte et en fer, et de faire exécuter à cet effet les expériences nécessaires.

» La composition seule de la Commission indiquait les nombreux et divers points de vue sous lesquels cette question devait être envisagée, et combien son étude pouvait présenter de difficultés.

» L'Académie, dans sa séance du 3 février 1868, avait en outre décidé que ces expériences seraient faites au Conservatoire des Arts et Métiers, et qu'il lui en serait rendu compte. Commencées dès le mois de mars 1868 et continuées jusqu'en février 1869, elles ont été exécutées conformément aux bases posées dans les premières réunions de la Commission, et les principales ont été répétées en présence ou avec le concours de ceux de ses Membres qui les avaient provoquées.

» Leur ensemble a constitué le travail que je présente aujourd'hui en le déposant en entier sur le bureau. Je me borne, pour le moment, à en lire un extrait abrégé.

» Il ne lui est pas soumis sous la forme d'un Rapport, parce que les Membres de votre Commission ont pensé que les résultats obtenus constituaient une œuvre tellement particulière à celui d'entre eux qui avait poursuivi les expériences pendant près d'une année, qu'il devait vous la présenter sous son nom personnel.

» L'Académie sera sans doute étonnée qu'étranger aux délicates opérations de la Chimie, et plus encore aux connaissances physiologiques, j'aie osé accepter une pareille responsabilité. Mais, les questions soulevées m'ont paru assez graves, elles sont depuis longues années l'objet de tant d'observations, d'opinions vagues, fondées néanmoins sous certains rapports, qu'il

m'a paru nécessaire de les aborder de front, et que, s'il m'était donné d'y porter quelque lumière, je ne devais pas hésiter à le faire.

» Tels sont, Messieurs, les motifs qui m'engagent à présenter à l'Académie l'ensemble de ces recherches, qui ne se rattachent qu'indirectement aux questions qui ont fait jusqu'ici l'objet de mes études.

» *Effets physiques généraux des appareils de chauffage en métal.* — Tout le monde sait que, si les poêles sont des appareils de chauffage économiques, ils ont en général l'inconvénient commun de ne produire qu'un renouvellement très-insuffisant de l'air dans les lieux habités. Les poêles de fonte ou de fer, par la rapidité avec laquelle ils s'échauffent et atteignent la température rouge, ont en outre le défaut très-grave d'élever outre mesure la température de l'air à une faible distance de leur surface.

» On en aura une idée par les résultats d'observations suivants :

Températures observées à différentes distances d'un poêle de fonte.

DATES.	HEURES.	TEMPÉRATURES observées aux distances de				EXCÈS de la température à 0m,50 sur la température à 2 mètres.	OBSERVATIONS.
		0m,50.	1m,00.	1m,50.	2m,00.		
1868 8 mai	9	50°,2	43°,0	38°,0	36°,6	16°,9	Le poêle n'était pas rouge.
	10	52,0	44,5	37,7	36,6	15,4	
	12	60,2	45,2	38,7	36,3	23,9	Le poêle était rouge sombre.
	5	60,5	47,9	42,4	39,3	21,2	

» Ces chiffres, qui n'apprendront rien aux physiciens, donnent cependant une mesure de l'intensité de la chaleur que peuvent percevoir des ouvriers, des soldats, qui, rentrant après avoir été exposés au froid et à l'humidité, s'approchent pendant quelque temps d'un poêle en métal chauffé au rouge.

» Ce danger et les graves inconvénients qui en résultent ont été signalés de la manière la plus nette par l'illustre Larrey dans ses Mémoires de Chirurgie militaire, à l'occasion des grandes campagnes de 1807, 1810 et 1812. Il cite de nombreux cas d'asphyxie, qui n'ont pas d'autre cause (1).

» *Effets chimiques et physiologiques.* — Outre les effets extérieurs de la

(1) Troisième volume, *Campagnes de Prusse et de Pologne.*

température excessive à laquelle s'élève fréquemment la surface des poêles en métal ordinaires, et qui constituent leur défaut le plus grave et le plus général, il peut aussi exister d'autres causes secondaires moins actives, mais qui, dans des conditions particulières et défavorables, sont susceptibles d'exercer des influences fâcheuses. De ce nombre sont les altérations chimiques que ces poêles font subir à l'air.

» Avant d'indiquer les tentatives que nous avons faites pour les reconnaître, nous rappellerons que MM. H. Sainte-Claire Deville et Troost, dans une Note insérée au *Compte rendu* de la séance du 3 janvier 1868, ont montré que l'air, au contact de la surface extérieure d'un poêle de fonte, pouvait se charger d'une proportion d'oxyde de carbone qui a atteint parfois dans leurs expériences, jusqu'à 0,0007 et à 0,0013 de son volume.

» Pour rechercher directement s'il existait de l'oxyde de carbone dans l'air d'une salle chauffée par un poêle en métal, nous avons employé : 1° les procédés physiologiques; 2° les procédés d'analyse chimique.

» *Expériences sur des lapins placés dans la salle chauffée.* — En suivant les conseils et la méthode encore inédite de notre confrère M. Cl. Bernard, à l'aide de ses appareils et avec le concours de son préparateur M. Bréhant, nous avons entrepris une série d'expériences, qui ont été exécutées avec le plus grand soin par M. Urbain, préparateur du cours de Chimie de M. Cahours à l'École Centrale.

» Nous nous bornerons ici à en faire connaître les résultats.

Tableau comparatif des proportions d'acide carbonique, d'oxygène et d'oxyde de carbone, contenues dans 100 centimètres cubes de sang de lapins placés pendant trois jours dans une salle chauffée avec des poêles en métal à la température moyenne de 30 à 35 degrés.

NATURE DES GAZ.	LAPINS à l'état normal.	LAPINS soumis à l'influence d'un poêle de fonte			LAPINS soumis à l'influence d'un poêle de tôle		
		à la partie supérieure de la pièce.		à la partie inférieure.	à la partie supérieure de la pièce.		
		Poêle vieux du Dr Carret.	Poêle neuf de caserne.		Poêle vieux du Dr Carret.		Poêle neuf.
	cc	cc	cc	cc	cc	cc	cc
Acide carbonique...	26,56	20,94	16,96	22,92	39,02	32,08	35,00
Oxygène.	//	4,75	//	//	7,45	5,97	//
Oxyde de carbone..	0,00	1,13	1,52	0,00	0,00	0,00	0,00

» *Expériences sur des lapins exposés à la température de l'air extérieur.* — Les expériences précédentes ayant été faites dans une salle chauffée à 30 ou 35 degrés, nous les avons répétées en plaçant les animaux sous une cloche, dans une salle placée à l'étage supérieur, où la température était à peu près celle de l'air extérieur, et en leur faisant respirer de l'air emprunté, au moyen d'un aspirateur, à celle qui était chauffée : cet air provenait de l'enveloppe du poêle de fonte qui avait déjà servi à MM. H. Sainte-Claire Deville et Troost.

» Deux expériences ont été faites, l'une le 11 février, et l'autre le 18 février 1869; les résultats de cette dernière ont été constatés en présence de M. Cl. Bernard :

NATURE DES GAZ.	LAPINS à l'état normal.	LAPINS AYANT SÉJOURNÉ SOUS LA CLOCHE PENDANT	
		34 heures (11 février).	30 heures (18 février).
Acide carbonique	cc 33,23	cc 40,00	cc 42,73
Oxygène	9,49	6,25	5,32
Oxyde de carbone	0,00	0,75	1,93

» Le 11 février, l'air qui sortait de l'enveloppe du poêle était humide; le 18, il était sec : c'est ce qui explique, comme on le verra par d'autres expériences, l'excès de la proportion d'oxyde de carbone trouvé dans l'expérience faite devant M. Claude Bernard.

» *Expériences sur l'influence des divers gaz sur la composition du sang.* — Des expériences directes faites sur des lapins soumis à respirer de l'air mélangé de proportions connues d'hydrogène, d'hydrogène protocarboné et d'oxyde de carbone, ont montré que ce dernier gaz avait seul la propriété d'expulser une partie de l'oxygène que contient le sang, et qu'il suffisait de la très-minime proportion de 0,0004 de ce gaz dans l'air pour expulser plus des 0,45 de l'oxygène du sang. Les résultats des expériences sont contenus dans le tableau suivant :

Tableau comparatif des quantités d'acide carbonique, d'oxygène et d'oxyde de carbone contenues dans 100 centimètres cubes de sang de lapins ayant séjourné trois jours sous une cloche de verre maintenue à la température ambiante sous l'influence de divers gaz.

NATURE DES GAZ.	AIR EXTÉRIEUR. Résultats observés le 12 juin 1868.	AIR EXTÉRIEUR. Résultats observés le 13 juin 1868.	AIR contenant 0,002 d'hydrogène.	AIR contenant 0,002 d'hydrogène protocarboné.	AIR contenant 0,0004 d'oxyde de carbone.
	cc	cc	cc	cc	cc
Acide carbonique..	27,25	26,56	37,60	41,39	31,70
Oxygène.......	7,15	8,12	7,70	7,56	4,15
	7,76		"	"	"
Oxyde de carbone..	0,00	0,00	0,00	0,00	3,90

» *Conclusions des expériences faites sur des animaux.* — Si l'ensemble des expériences faites sur des lapins ne permet pas de fixer avec quelque précision les proportions d'oxyde de carbone absorbé par leur sang, ni celle de l'oxygène qui en a été expulsé, leurs résultats concordent tous pour montrer que l'usage des poêles de fonte chauffés au rouge détermine dans ce sang, par la présence de l'oxyde de carbone, gaz éminemment toxique, des altérations dont la répétition peut devenir dangereuse, tandis que le même procédé d'investigation n'a pas révélé d'effets analogues lorsque le chauffage a été opéré avec des poêles de tôle de fer.

» Cette conclusion ne nous paraît pas cependant justifier les assertions trop absolues de M. le Dr Carret sur l'innocuité des poêles de fer, qui présentent, comme ceux de fonte, les inconvénients très-graves résultant de la brusque élévation de température de leur surface extérieure, et celui de décomposer alors l'acide carbonique de l'air.

» *Recherche directe de l'oxyde de carbone contenu dans l'air de la salle.* — Nous avons employé, pour cette recherche, le procédé et les appareils mis en usage par M. H. Sainte-Claire Deville, en chauffant successivement la salle avec un poêle de fonte et avec un poêle de fer. Ces poêles ont d'abord été maintenus à l'état normal, puis enduits de plombagine, puis enfin mis en contact avec les poussières répandues dans la salle et fréquemment soulevées par le balayage.

» Les proportions d'oxyde de carbone que l'air pouvait contenir ont été déduites de celles du carbone, dont l'existence était constatée par l'acide carbonique recueilli dans l'appareil d'analyse et calculées : 1° dans l'hypo-

thèse, admise par MM. H. Sainte-Claire Deville et Troost, qu'il ne se forme pas simultanément d'hydrogène protocarburé; 2° dans celle où ce gaz coexisterait avec l'oxyde de carbone.

» *Expériences faites avec des poêles ordinaires.* — Les résultats des diverses expériences exécutées dans ce but, et ceux des calculs sont consignés dans les tableaux suivants :

Proportions d'oxyde de carbone contenues dans l'air de la salle chauffée par des poêles métalliques.

NATURE DES GAZ contenus dans l'air.	POÊLE DE FONTE. (Petit modèle des casernes.)			POÊLE DE TÔLE EMBOUTIE.		
	Le poêle étant à l'état normal.	Le poêle ayant été enduit de plombagine.	Le poêle ayant été enduit de plombagine, et la salle balayée d'heure en heure.	Le poêle étant à l'état normal.	Le poêle ayant été enduit de plombagine.	La salle ayant été balayée d'heure en heure.
	PREMIÈRE HYPOTHÈSE. (Point d'hydrogène protocarboné.)					
Oxyde de carbone...	0,00140	0,00170	0,00180	0,00041	0,00122	0,00055
	DEUXIÈME HYPOTHÈSE. (Existence de l'hydrogène protocarboné.)					
Hydrogène protocarb.	0,00102	0,00053	0,00032	0,00048	0,00077	0,00031
Oxyde de carbone....	0,00038	0,00112	0,00148	0,00000	0,00044	0,00025

» *Expériences faites avec le poêle à enveloppe.* — Des expériences avec le poêle de fonte à enveloppe ont ensuite été faites, sur l'invitation de notre confrère M. Bussy, dans le but de restreindre la capacité dans laquelle circulait l'air qui léchait la surface du poêle chauffé au rouge. Elles réalisent d'ailleurs, sous ce point de vue, ce qui se passe dans un grand nombre de poêles en métal, où la section de passage de l'air n'est pas plus grande que dans cet appareil, et où la vitesse de circulation seule est supérieure.

Proportions de gaz oxyde de carbone contenues dans 100 litres d'air ayant passé dans l'enveloppe du poêle de fonte chauffé au rouge sombre.

DATES.	VAPEUR d'eau dans l'air de la salle.	HYDROGÈNE.	CARBONE.	1re HYPOTHÈSE : point d'hydrogène protocarboné. — Proportions d'oxyde de carbone.	2e HYPOTHÈSE : existence de l'hydrogène protocarboné. Proportions d'hydrogène protocarboné.	Proportions d'oxyde de carbone.	OBSERVATIONS.
1868.	gr	gr	gr				La quantité de carbone indiquée est celle qui correspond au poids d'acide carbonique trouvé après le passage par le tube à analyse. La quantité d'hydrogène est déduite du poids de l'eau condensée après ce passage.
16 septembre	1,200	0,0730	0,2230	0,00414	0,0040	0,00010	
1er octobre.	1,160	0,0259	0,1045	0,00194	0,0014	0,00050	
3 octobre...	1,110	0,0259	0,1591	0,00295	0,0016	0,00150	
9 octobre...	0,635	0,0210	0,1820	0,00319	0,0010	0,00220	
20 octobre...	0,900	0,0579	0,2010	0,00370	0,0030	0,00050	
22 octobre...	0,500	0,0220	0,1890	0,00355	0,0012	0,00280	
1869.							
5 janvier....	0,500	0,0580	0,2010	0,00370	0,0032	0,00065	
18 janvier (*).	0,000	0,0000	0,2127	0,00394	0,0000	0,00394	

» *Conséquences de ces expériences.* — Tous les résultats consignés dans les tableaux précédents montrent que l'une comme l'autre des deux hypothèses indiquées conduisent à admettre l'existence de l'oxyde de carbone dans l'air qui avait traversé l'enveloppe du poêle, et que la proportion de ce gaz peut atteindre et dépasser de beaucoup celle de 0,0004.

» La plus remarquable de ces expériences est celle qui a été exécutée en présence et avec le concours de M. Payen, qui a pris la peine de vérifier lui-même l'exactitude des pesées.

» *Recherche de l'oxyde de carbone contenu dans l'air de la salle au moyen du protochlorure de cuivre dissous dans l'acide chlorhydrique, et constatation de la nature du gaz obtenu.* — Selon le conseil qui nous en avait été donné par notre confrère M. Fremy, nous avons eu recours à ce dissolvant de l'oxyde de carbone : mais nous avons bientôt reconnu que, si ce procédé permet de constater d'une manière certaine la présence de ce gaz, il n'est nullement satisfaisant, quant à la détermination de sa proportion, par suite des effets de barbotage des autres gaz, qui entraînent la plus grande partie de l'oxyde de carbone.

» Mais M. Fremy nous ayant témoigné le désir que la quantité de gaz fût suffisante pour permettre de reconnaître par l'inflammation si c'était

(*) L'expérience du 18 janvier a été faite avec le concours de M. Payen.

effectivement de l'oxyde de carbone, nous avons prolongé les expériences jusqu'à en recueillir 40 centimètres cubes.

» Le samedi 30 janvier, dans une première épreuve faite sur 8 à 10 centimètres cubes, nous avons constaté que le gaz recueilli brûlait avec la flamme bleu-pâle caractéristique de l'oxyde de carbone.

» Le 2 février, en présence de M. Payen, de nous, de MM. Champion et Urbain, préparateurs de chimie, la même expérience a été répétée sur un volume de 12 à 15 centimètres cubes de gaz, et elle a fourni identiquement les mêmes résultats, qui ne laissent aucun doute sur la nature du gaz, attendu, suivant l'opinion de notre confrère, M. H. Sainte-Claire Deville, que la couleur bleu-pâle et franche de l'hydrogène bicarboné exclut même l'hypothèse de la présence de l'hydrogène bicarboné.

» *Action du fer pur élevé à la température rouge sombre sur l'acide carbonique.* — Il est admis depuis longtemps dans la science (1) que le fer porté à la chaleur rouge décompose l'acide carbonique, s'empare de son oxygène, et le transforme en oxyde de carbone.

» M. Payen a bien voulu se charger de faire répéter cette expérience dans son laboratoire, en faisant passer de l'acide carbonique desséché dans un tube de verre chauffé au rouge sombre, et contenant du fer pur réduit par l'hydrogène.

» Le gaz recueilli au sortir de l'appareil a présenté tous les caractères distinctifs de l'oxyde de carbone, savoir : combustibilité avec coloration bleu-pâle de la flamme, et absorption de 0,75 de son volume par le protochlorure de cuivre dissous dans l'acide chlorhydrique.

» *Expériences directes sur l'action de la fonte et du fer chauffés au rouge sombre sur la composition de l'air.* — A la demande de notre confrère M. Bussy, nous avons fait passer un courant d'air, tantôt sec, tantôt humide, sur des copeaux de fonte et sur des copeaux de fer ordinaire contenus dans un tube de verre chauffé au rouge sombre. Les gaz produits traversaient ensuite des tubes contenant du protochlorure de cuivre dissous dans l'acide chlorhydrique, et l'on a extrait de cette dissolution l'oxyde de carbone qu'elle contenait.

» Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau suivant :

---

(1) *Traité de Chimie élémentaire* de L.-J. Thenard, première édition, 1813; t. I, p. 499.

DATES des expériences.	NATURE ET POIDS du métal mis dans le tube.	VOLUME ET ÉTAT de l'air qui a traversé le tube.	VOLUME d'oxyde de carbone recueilli.	PROPORTION de l'oxyde de carbone recueilli au volume d'air passé.
1868	gr	lit	cc	cc
26 juin........	Fonte.... 95	6 sec.	5,2	0,00087
29 juin........	Fonte.... 139	18 humide.	3,2	0,00019
1 juillet.......	Fer...... 116	8 sec.	1,4	0,00017
3 juillet.	Fer...... 126	12 humide.	0,5	0,00004

» Ces expériences montrent, comme les précédentes, que le passage de l'air sur la fonte et sur le fer, chauffés au rouge, détermine le développement de certaines proportions d'oxyde de carbone notablement plus grandes pour la fonte que pour le fer, et pour l'air sec que pour l'air humide.

» Si l'on se rappelle que, par l'effet du barbotage des gaz à travers la dissolution de protochlorure de cuivre, on ne peut recueillir qu'une fraction, souvent très-faible, de l'oxyde de carbone dégagé, on admettra sans peine que la proportion réelle de ce gaz était beaucoup plus considérable que celle qui a été constatée.

» En manifestant l'influence de l'humidité de l'air pour diminuer considérablement la quantité d'oxyde de carbone formée, ces expériences semblent justifier l'usage, assez général, de placer sur les poêles en métal des vases remplis d'eau, quand leur forme le permet.

Conclusions.

» De l'ensemble de ces recherches poursuivies avec persévérance pendant une année, nous croyons, malgré les difficultés que présentait la détermination exacte des proportions très-variables des produits gazeux, dont nous devions surtout reconnaître la nature, pouvoir regarder comme démontré :

» Par les expériences de MM. H. Sainte-Claire Deville et Troost, rappelées au commencement de cette Note;

» Par les expériences sur les gaz contenus dans le sang de lapins qui avaient passé trois jours dans une salle chauffée soit avec un poêle de fonte, soit avec un poêle de fer;

» Par les expériences faites sur le sang de lapins qui avaient séjourné trente et trente-quatre heures consécutives sous une cloche alimentée d'air pris dans la même salle, et maintenue à la température ambiante;

» Par les recherches sur l'influence des gaz étrangers à la composition normale de l'air sur ceux qui sont contenus dans le sang;

» Par les analyses directes de l'air pris dans la salle chauffée avec des poêles ordinaires, à l'aide de l'appareil d'analyse employé par MM. H. Sainte-Claire Deville et Troost;

» Par les expériences faites avec le poêle à enveloppe, et à l'aide des mêmes appareils d'analyse;

» Par la constatation directe de la présence de l'oxyde de carbone dans l'air, après son passage dans le poêle à enveloppe, à l'aide du protochlorure de cuivre dissous dans l'acide chlorhydrique;

» Par les expériences faites au laboratoire de M. Payen sur la décomposition de l'acide carbonique par son contact avec le fer chauffé au rouge sombre;

» Par les expériences directes sur l'action de la fonte et du fer chauffés au rouge sombre sur l'air sec et sur l'air humide;

» Par l'observation des effets apparents de la présence de l'oxyde de carbone dans l'air sur les animaux qui respirent ce mélange :

» 1° Qu'outre les inconvénients immédiats et graves qu'ils présentent, par la facilité avec laquelle tous les poêles en métal ordinaires atteignent fréquemment la température rouge, les poêles de fonte, élevés à celle du rouge sombre, déterminent, dans les lieux où ils sont placés, le développement d'une proportion notable, mais très-variable, selon les circonstances, d'oxyde de carbone, gaz éminemment toxique;

» 2° Qu'un développement analogue peut se produire, mais à un degré moindre, avec les poêles de fer élevés à la température rouge;

» 3° Que dans des locaux chauffés avec des poêles de fonte ou de fer, l'acide carbonique naturellement contenu dans l'air et celui qui est produit par la respiration des individus qui y séjournent peuvent être décomposés, et donner aussi lieu à un développement d'oxyde de carbone;

» 4° Que l'oxyde de carbone, dont la présence a été constatée, lorsqu'on s'est servi de poêles de fonte, peut provenir de plusieurs origines différentes et parfois concourantes, savoir :

» La perméabilité de la fonte par ce gaz, qui passerait de l'intérieur du foyer à l'extérieur;

» L'action directe de l'oxygène de l'air sur le carbone de la fonte, chauffée au rouge;

» La décomposition de l'acide carbonique contenu dans l'air par son contact avec le métal chauffé au rouge;

» L'influence des poussières organiques naturellement contenues dans l'air;

» 5° Que les effets observés dans une salle inhabitée, éclairée par quatre fenêtres, et ayant deux portes, dont l'une était fréquemment ouverte, seraient plus sensibles et plus graves encore dans des locaux ordinaires d'habitation dépourvus de ventilation, par suite de la présence et de la décomposition des poussières organiques de tous genres qui y existent.

» 6° Qu'en conséquence, les poêles et les appareils de chauffage en fonte et même ceux en fer, sans garnitures intérieures en briques réfractaires ou autres matières, qui les empêcheraient d'atteindre la chaleur rouge, sont d'un usage dangereux pour la santé.

» Tous les effets signalés dans ce Mémoire ne se produisent que quand le métal est élevé à la température rouge, et sont la conséquence de la facilité avec laquelle la surface des poêles en métal peut atteindre ce degré d'échauffement. Les plus immédiats sont ceux de l'irradiation directe de ces surfaces, et, sous ce rapport, il n'y a aucune différence à établir entre la fonte et le fer.

» L'influence du développement d'oxyde de carbone, quoique secondaire, peut devenir sérieusement nuisible dans les lieux dépourvus d'une ventilation suffisante, et contenant un certain nombre d'individus qui y séjournent longtemps.

» Il s'ensuit que, par des dispositions convenables, en garnissant, par exemple, l'intérieur des foyers de briques ou de terre réfractaire, en enveloppant de même les tuyaux métalliques des calorifères, de manière à s'opposer à ce qu'ils puissent atteindre la température rouge, on éviterait les inconvénients que nous avons signalés, en même temps que l'on obtiendrait une plus grande régularité dans le chauffage par ces appareils.

» L'industrie du chauffage est déjà entrée dans cette voie, et les résultats d'expériences que nous venons de faire connaître, loin de nuire à son développement, ne peuvent donc que l'engager à persévérer dans la recherche des améliorations dont les appareils en fonte ou en fer sont encore susceptibles, afin d'éviter ou d'atténuer les défauts que tout le monde leur connaît.

» En terminant l'exposé des résultats de ces longues recherches, je me fais un devoir de remercier M. Urbain, ingénieur-chimiste, du concours si utile et si dévoué qu'il n'a cessé de me prêter, et sans lequel il ne m'eût pas été possible de les effectuer avec autant d'exactitude. »

PHYSIQUE. — *Deuxième Note sur la chaleur dégagée par les courants interrompus; par* **MM. Jamin** *et* **Roger.**

« Dans une commuuication faite à l'Académie le 22 mars 1869, nous avons cherché les lois de la chaleur dégagée par un courant discontinu dans une résistance métallique lorsqu'elle n'est pas enroulée en spirale et qu'elle ne contient pas de fers doux.

» Ces lois se résument comme il suit :

» 1° Si l'on désigne par $\frac{\alpha}{1-\alpha}$ le rapport de la durée de chaque tronçon de courant à la durée de chaque interruption, l'intensité apparente I s'obtient en multipliant par α l'intensité vraie qu'aurait le courant s'il n'y avait pas d'interruptions :

$$(1) \qquad I = \frac{nE\alpha}{nR + r}.$$

» 2° La chaleur C développée dans la résistance extérieure r est

$$(2) \qquad C = \frac{KrI^2}{\alpha},$$

K étant un facteur constant qui se réduit à l'unité par un choix convenable de l'unité de chaleur.

» Nous venons aujourd'hui étendre ces recherches au cas où il y a dans le circuit un thermoréomètre et une bobine enroulée sur un noyau de fer doux. Nous représenterons par t et b les résistances de ces instruments.

» M. Helmholtz a exprimé théoriquement l'intensité apparente du courant discontinu qui se produit dans ce cas, par une formule assez complexe, qui a d'ailleurs été vérifiée par M. Bertin et par M. Cazin.

» Nos expériences conduisent à un résultat plus simple : c'est que dans le cas où les vibrations de l'interrupteur sont rapides, on peut encore calculer les intensités apparentes par la formule (1), pourvu qu'on y remplace la force électromotrice E et la résistance R de chaque élément par des coefficients plus grands A et R_1 que l'expérience détermine

$$(3) \qquad I = \frac{nA\alpha}{nR_1 + b + t}.$$

» L'intensité apparente ou moyenne suit donc la loi de Ohm; elle est la même que si le courant était continu et fourni par une pile de n éléments, chacun ayant une force électromotrice $A\alpha$ et une résistance R_1.

Comme ce courant est composé de tronçons séparés, durant ensemble un temps α pendant une seconde, chacun d'eux se comportera avec la boussole comme s'il avait une intensité $\frac{nA}{nR_1 + b + t}$, invariable pendant toute sa durée; comme s'il était fourni par une pile de n éléments ayant chacun une force A et une résistance R_1, c'est-à-dire par une pile plus forte et plus résistante que celle qui sert à l'expérience. En ce sens, la tension des courants partiels est augmentée. Mais ce n'est là qu'un résultat moyen : chaque tronçon possède une intensité variable, croissante de son commencement à sa fin, et se termine par un coup de force, l'extracourant; A et R_1 sont des coefficients empiriques qui ne représentent ni la force électromotrice ni la résistance vraies de l'élément de pile.

» Les deux premières colonnes du tableau suivant contiennent les valeurs calculées et observées de l'intensité I.

Tableau I.

$E = 16,21 \quad nR = 3,2 \quad b = 0,35.$

$A = 27,70 \quad nR_1 = 10,3 \quad \alpha = 0,58.$

Intensités.		Thermoréomètre.				Bobine.		
		t.	C.		$\frac{C\alpha}{tI^2}$.	C′.		$\frac{C'\alpha}{bI^2}$.
Obs.	Calc.		Obs.	Calc.		Obs.	Calc.	
0,90	0,89	25,46	37,10	42,82	0,90	3,15	4,41	6,45
0,92	0,93	23,88	40,01	43,88	0,95	4,20	4,83	8,28
0,99	1,01	21,04	44,78	46,00	1,06	9,03	5,88	»
1,10	1,10	18,44	55,06	47,81	1,22	7,56	6,93	10,35
1,25	1,22	15,78	48,49	49,61	1,00	9,24	8,41	9,74
1,39	1,35	13,15	52,84	50,99	1,00	13,44	10,50	11,57
1,56	1,52	10,57	54,10	51,62	0,95	15,54	13,23	10,47
1,87	1,74	7,86	53,74	50,46	0,95	20,16	17,43	9,50
2,25	2,02	5,29	51,14	45,90	0,95	28,14	23,52	9,26
2,38	2,30	3,37	41,92	37,74	1,06	34,23	30,45	9,99
2,59	2,59	1,81	32,38	25,76	1,32	40,53	38,43	9,09
					1,03			9,56

» Après avoir trouvé la loi des intensités I, nous avons mesuré la chaleur qui se développe dans le circuit extérieur $b + t$; t était la résistance variable d'un thermoréomètre, instrument présenté à l'Académie le 6 juillet 1868; elle était plongée dans un réservoir thermométrique rempli d'alcool; elle cédait au liquide sa chaleur qu'on mesurait par la dilatation observée. Il était plus difficile d'évaluer la chaleur qui se produit dans la

bobine b enroulée autour des fers doux. Nous y avons cependant réussi en plongeant cette bobine dans une grande éprouvette fermée par un couvercle de verre et remplie d'essence de térébenthine. Les extrémités du fil étaient lutées à la gomme laque dans le couvercle, ainsi qu'un tube thermométrique qui communiquait à l'intérieur. Le moindre courant qu'on lance dans la bobine échauffe les fils, ceux-ci le liquide; la dilatation s'observe aussitôt, et la colonne thermométrique s'arrête brusquement dès qu'on ouvre le circuit. La chaleur est évidemment proportionnelle à la dilatation.

» On trouva tout d'abord que dans la résistance extérieure t qui n'est pas repliée, la chaleur est toujours exprimée par la formule (2) $C = \frac{tI^2}{\alpha}$, ou que $\frac{C\alpha}{tI^2}$ est égal à l'unité. C'est ce qui est démontré par les quatrième, cinquième et sixième colonnes du tableau n° 1. L'interposition d'une bobine à fers doux dans le circuit, si elle change l'intensité, ne change donc pas la relation qui lie cette intensité avec la chaleur et les résistances, quand celles-ci ne sont pas le siége de phénomènes d'induction.

» Il n'en est plus ainsi dans la bobine b : la chaleur n'y est plus exprimée par $C' = \frac{bI^2}{\alpha}$, elle est plus grande; la quantité $\frac{C'\alpha}{bI^2}$ n'est plus égale à l'unité, mais à 9,56, comme on le voit dans la dernière colonne du tableau.

» On remarque toutefois que cette quantité est constante, c'est-à-dire que la chaleur C' est proportionnelle au carré de l'intensité, de sorte que la bobine développe autant de chaleur que le ferait un fil non replié $9\frac{1}{2}$ fois plus résistant qu'elle; autant que si elle avait elle-même, comme l'a pensé M. Le Roux, pour des courants interrompus, une résistance *dynamique* $9\frac{1}{2}$ fois égale à la résistance *statique* qu'elle oppose au passage des courants continus. Mais cette interprétation est inexacte. Nous allons prouver que l'excès de chaleur trouvée dans la bobine a été produit, non dans le fil, mais dans les fers doux qu'il enveloppe.

» A cet effet, nous avons enfermé les fers doux dans un réservoir distinct plein d'essence de térébenthine, muni d'une tige thermométrique spéciale, et enveloppé d'une chemise de papier brouillard pour le préserver du réchauffement ou du refroidissement. La bobine elle-même, roulée sur une première éprouvette, était plongée dans une seconde. L'intervalle entre ces deux vases était fermé, rempli d'essence et portait aussi sa tige thermométrique. On mettait ensuite les fers doux dans l'éprouvette intérieure.

» De cette façon, cette bobine et ces fers doux constituaient deux ther-

moréomètres indépendants et concentriques; celle-là aimantait ceux-ci, et l'on mesurait séparément : la chaleur C dans le thermoréomètre t, C' dans la bobine b, et C'' dans les fers doux.

» On trouva d'abord que $\frac{C\alpha}{tI^2}$ et $\frac{C'\alpha}{bI^2}$ sont égaux entre eux et à l'unité : c'est-à-dire que la chaleur développée est exactement la même dans un fil, qu'il soit enroulé sur un noyau de fer ou tendu rectilignement, et qu'il faut renoncer à toute idée de changement dans sa résistance; on reconnut en outre que $\frac{C''\alpha}{I^2}$ est une quantité constante, c'est-à-dire qu'il y a dans le noyau de fer une quantité de chaleur proportionnelle au carré de l'intensité du courant.

Tableau II.

$A = 19,44 \quad nR_1 = 7,40 \quad b = 0,73 \quad \alpha = 0,48$

Intensités.		Thermoréomètre.			Bobine.		Fers doux.	
Obs.	Calc.	t.	C.	$\frac{C\alpha}{tI^2}$.	C'.	$\frac{C'\alpha}{bI^2}$.	C''.	$\frac{C''\alpha}{I^2}$.
5,08	5,07	1,06	58,59	1,06	41,41	1,06	15,00	0,28
4,56	4,55	2,12	95,54	1,06	36,04	1,40	11,10	0,26
4,13	4,12	3,18	114,24	1,00	28,31	1,10	10,00	0,27
3,77	3,77	4,24	124,15	1,00	22,76	1,05	9,10	0,31
3,20	3,21	6,36	129,86	1,05	14,36	0,94	6,10	0,28
2,81	2,81	8,48	128,35	0,73	10,33	0,67	4,10	0,25
				0,99		1,04		0,28

» La chaleur développée dans les fers doux varie avec toutes les circonstances de la construction; elle augmente avec la grosseur du fil et avec le nombre des morceaux de fer doux. L'étude de ces diverses influences pourra donner lieu à des études intéressantes. Cette chaleur augmente à mesure que la durée α des courants partiels diminue : pour le prouver, on employait toujours le même interrupteur à mercure. On enfonçait d'abord la pointe de manière à la faire plonger pendant toute la durée des oscillations; on la relevait ensuite de manière à diminuer le temps de l'immersion jusqu'à la rendre nulle, et, par conséquent, de manière à augmenter les intervalles de deux aimantations successives. Dans une série d'expériences, on a trouvé le résultat suivant :

α	0,89	0,68	0,57	0,45	0,38	0,24	0,17
$\frac{C''\alpha}{I^2}$	0,23	0,49	0,84	0,85	0,96	1,13	1,07

» On voit que C'' augmente très-rapidement quand α diminue. Il est per-

mis de croire que pendant chaque aimantation une portion de l'électricité passe dans le fer doux pour y produire du magnétisme, et qu'au moment de la désaimantation, ce magnétisme se transforme en chaleur. Il est probable que c'est cette chaleur des fers doux qui se transforme en travail dans les moteurs électriques, et que celle qu'on trouve dans les fils n'y entre pour rien. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Des retours périodiques de certains phénomènes en mai, août et novembre* 1868, *février* 1869; *par* **M. Ch. Sainte-Claire Deville.**

« Dans la dernière séance, j'ai parlé incidemment et à propos des communications de MM. E. Quetelet et de Fonvielle sur la belle aurore boréale du 15 avril, des rapports qui me paraissent exister entre divers phénomènes atmosphériques et cosmiques, se reproduisant avec une certaine périodicité, vers le 15 avril (1). Et j'ai ajouté que la symétrie *quadrangulaire* se retrouvait dans ces retours réguliers. J'en ai cité quelques exemples, et j'aurais pu y ajouter la période orageuse du 13 au 16 juillet, et celle du 17 octobre, signalées respectivement par M. Fron (*Nouvelles Météorologiques*, 1868, p. 36 et 206), et par notre regretté Correspondant M. Fournet (*Comptes rendus*, t. LXVI, p. 1302).

» L'étude de tous ces rapports constitue un vaste sujet, sur lequel je possède déjà de très-nombreux documents, mais que je ne pourrai aborder d'une manière complète que lorsque j'aurai terminé, ou du moins suffisamment avancé, la recherche des périodicités pour les principaux phénomènes météorologiques : température, pression barométrique, hygrométrie, etc.

» En attendant, je me bornerai à saisir chacun des événements atmosphériques qui se rattachent à cet ordre de considérations, à mesure qu'il se produira, et à en indiquer les rapports avec l'ensemble.

» C'est ce que j'ai fait pour la réunion de circonstances qui sont venues se grouper autour du 15 avril, et je vais signaler les faits analogues qui, depuis un an, se concentrent sur le milieu des *février*.

» *Mai* 1868. — On peut voir (*Nouvelles Météorologiques*, n° du 1er juillet, p. 175 et suivantes) que presque toutes les stations européennes

(1) Parmi ces circonstances, il faut peut-être compter les remarquables taches solaires décrites par notre savant Correspondant, le P. Secchi, en particulier pour les 11, 12 et 13 avril (*Compte rendu* de la dernière séance).

signalent un grand nombre d'orages du 9 au 17 mai. Je me bornerai à citer une seule localité, Ichtratzheim (Bas-Rhin). Voici un extrait du Journal de M. l'abbé Müller :

Le 9, chaleur accablante. Entre 4 et 5 heures du soir, orage, tonnerre au S.-O.; orage sec, qui ne donne pas une goutte de pluie en passant.

Le 10, vers midi, orage, tonnerre au S.-O., longeant les Vosges. Vers 1 heure, un second orage se forme au-dessus de l'Observatoire, même direction S.-S.-O. Coups de tonnerre et un peu de pluie mêlée de grêlons, parmi lesquels se trouvent d'assez gros morceaux de glace. A 3 heures, troisième orage.

Le 11, vers 5 heures du soir, le Soleil disparaît derrière une nuée orageuse. De $6^h 30^m$ à 9 heures, quatre orages avec tonnerre se succèdent.

Le 12, vers 3 heures, orage, tonnerre au S.-E.; la nuit, un peu de pluie.

Le 13, à 3 heures du soir, orage : direction O; la nuit, averse.

Le 16, après 8 heures du soir, orage et tonnerre au S.-E.

» A Cracovie, il y a eu deux bourrasques, le 11 et le 13.

» *Août* 1868. — Dans la nuit (à étoiles filantes) du 9 au 10, M. Boillot, dans une Note adressée à la Société Météréologique, a signalé une apparition d'éclairs sans tonnerre, accompagnée de circonstances remarquables (*Nouvelles Météorologiques* du 1er mai 1869, p. 114).

» On sait les tremblements de terre désastreux et les effroyables vagues océaniques des 13 et 17 août.

» Dans une Note insérée aux *Nouvelles Météorologiques* (no du 1er janvier 1869, p. 6) j'ai montré que, du 8 au 26 août 1868, trois ondes ou *bouffées* thermométriques et barométriques, semblables entre elles, avaient traversé l'Europe, le baromètre précédant le thermomètre d'un jour, en moyenne.

» *Novembre* 1868 a été célèbre par son magnifique passage d'étoiles filantes dans la nuit du 14.

» Pour *Février* 1869, voici ce qu'écrit de Marseille M. Coggia :

Le 2 au soir, on a pu observer à Marseille les lointains reflets d'une aurore boréale; vers 8 heures du soir, le ciel, qui était très-pur, a commencé à prendre une teinte orange dans la région N.; vers $8^h 30^m$ cette lueur, devenue rougeâtre, avait acquis une assez grande surface, dont la concavité était fort remarquable, et dont le centre lumineux paraissait être sur la ligne du méridien astronomique de Marseille. Vers $6^h 15^m$ le phénomène atteignait son maximum d'intensité, la coloration était alors d'un vermillon clair et s'élevait jusqu'à β de la Petite Ourse; tout était fini à $10^h 30^m$.

Le 3 et le 13, vers $7^h 30^m$ du soir, la lumière zodiacale est très-nette, le cône lumineux s'élève à plus de 50 degrés au-dessus de l'horizon.

Le 4 au soir, brouillard très-humide et répandant une odeur désagréable; il se dissipe vers 11 heures.

Dans la même soirée, j'observe une grande quantité d'étoiles filantes sporadiques; elles sont pour la plupart très-petites.

Beaucoup d'étoiles filantes dans la nuit du 13 au 14 (de 10 heures du soir à 2 heures du matin, j'en compte 93); elles sont, comme celles de la nuit du 4 au 5, pour la plupart très-petites (1).

» De son côté, le P. Denza, Directeur de l'observatoire de Moncalieri. nous écrit :

Le 14 février au soir, nous étions occupés à nos observations ordinaires d'étoiles filantes, par un ciel assez limpide, lorsque les observateurs tournés vers le nord remarquèrent dans cette région du ciel une lumière inaccoutumée. Ils en firent aussitôt part à ceux qui regardaient d'un autre côté. La lumière ressemblait à celle qui illumine le ciel pendant les belles soirées, un peu avant le lever de la pleine lune. Son intensité s'accrut un peu jusqu'à $11^h 15^m$. Elle s'étendait du N.-N.-O. au N.-N.-E., et s'élevait à 35 degrés au-dessus de l'horizon. Plus tard, son éclat s'effaça peu à peu, et, à 1 heure du matin, elle avait entièrement disparu. La position de la lumière, sa couleur et l'heure de son apparition nous conduisirent à penser que c'était un reflet d'aurole boréale. Le déclinomètre n'a pu être observé. L'électromètre bifilaire, vers $11^h 15^m$, donna des valeurs supérieures à celles qu'il donnait deux heures auparavant. Les autres instruments météorologiques n'offraient rien de particulier.

» Ainsi, après l'orage du 2 février, le 3 et le 4, comme le 13 et le 14 (à dix jours d'intervalle, c'est la symétrie *tridodécuple*, que je signalerai bientôt), lumière zodiacale très-intense (2), étoiles filantes, aurore boréale. On sait, d'ailleurs, quelle a été la température anormale de février. Un diagramme, publié aux *Nouvelles Météorologiques*, montre qu'à Paris, comme à Marseille, il y a eu un minimum très-net le 3 et le 13, et que la température, qui, avant chacune de ces dates, était considérable, s'est immédiatement relevée après.

» On voit que ces dates *quadruples* du milieu des *févruarides* présentent encore, en ce moment, une phase intéressante. »

---

(1) J'ajoute que M. Coggia signale, le 17 février, une magnifique couronne lunaire; les 18 et 23, des halos lunaires et un halo solaire, le 23. Ces circonstances ne sont pas indifférentes : car elles témoiguent de la prédominance des cirrus. Dans la nuit du 19 au 20, éclairs, tonnerre et grêle, et, du 26 au 28, bourrasque, avec grêle et neige.

(2) L'observation, d'ailleurs trop vague, de M. Gaillard, à la Pointe-à-Pître, sur les rapports entre la température moyenne et la présence ou l'absence de la lumière zodiacale, offre un véritable intérêt (*Comptes rendus*, t. LXVIII, p. 807).

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Note sur la structure des végétaux*; par M. Thém. Lestiboudois.

« J'ai cru devoir réclamer contre le texte d'une Note faisant partie d'une communication adressée à l'Académie par M. Van Tieghem (*Comptes rendus*, t. LXVIII, p. 151), de laquelle il résulterait que j'aurais dit dans ma *Phyllotaxie* que *les feuilles des monocotylédonés sont dépourvues de nervure médiane*. J'ai montré, en citant le texte de mon Mémoire publié en 1848, que ce que je disais de la *parité des nervures* se rapportait aux *cotylédons* des monocotylédonés et non à leurs *feuilles* en général. Dans le dernier numéro des *Comptes rendus* (p. 981). M. Van Tieghem, pour établir que j'ai réellement émis l'opinion que les *feuilles des monocotylédonés* n'avaient pas de nervure médiane, cite ce que je dis de la feuille *primordiale*: je le remercie de ce soin. L'espace m'avait manqué pour indiquer quelles avaient été mes observations sur les feuilles successives. Les passages cités prouvent que si la feuille *primordiale* conserve encore des nervures en nombre pair, *un faisceau est plus fort* et tend à devenir *le faisceau médian*. Enfin pour montrer que j'ai bien eu en vue toutes les feuilles des monocotylédonés, il cite comme extrait de mon Mémoire le passage suivant: « *La feuille caulinaire a encore » ses faisceaux en nombre pair.* » Or j'ai écrit: « La feuille caulinaire *qui suit* a » encore ses faisceaux en nombre pair. » Il s'agit seulement de la feuille qui vient après la feuille primordiale, et non des feuilles *en général*. Pour celles-ci j'ai eu bien soin de dire: « Les nervures visibles tendent à la symétrie; » elles sont *en nombre égal de chaque côté de la nervure devenue principale* » (p. 147), et plus bas: « Ces faits prouvent que les feuilles des monocoty» lédonés sont le plus près possible de l'opposition, que l'une de leurs ner» vures *devient principale*, que les nervures latérales tendent à *devenir symé» triques* de chaque côté. » Au fond, ces observations avaient pour but de prouver que la tigelle des monocotylédonés n'avait pas primitivement une autre symétrie que celle des dicotylédonés, qu'elle n'avait pas primitivement la symétrie de tiges alternifoliées, que seulement le cercle entier de leurs faisceaux primitifs fournissait toutes ses fibres à une seule expansion cotylédonaire, au lieu de les partager entre deux cotylédons *opposés*, d'où le nombre pair, et qu'elles acquéraient la symétrie alterne comme les dicotylédonés, par l'augmentation ou la réduction du nombre des faisceaux qui composent le cercle vasculaire de la tige. Cette assertion est-elle fondée? C'est ce qui est à examiner.

» J'ai dit que, dans le *Phœnix dactylifera*, le cercle vasculaire avait le plus

fréquemment 6 faisceaux, et le cotylédon 6 nervures. M. Van Tieghem dit que ce nombre est sujet à varier. C'est ce que j'ai dit moi-même, non dans une *Note récente*, mais dans ma *Phyllotaxie* même, p. 137 : « Le nombre des » faisceaux est un peu sujet à varier, on rencontre des échantillons à 7, » 8 et même à 9 faisceaux. » Quant au *Canna*, la même observation est répétée, ce qui ne détruit en rien les dispositions que j'ai annoncées. Pour ce qui concerne les graminées, on ne nie pas la parité des nervures cotylédonaires, mais on dit que c'est par erreur qu'avec *plusieurs* botanistes (il faudrait dire, ce me semble, avec *le plus grand nombre*), j'ai pris pour cotylédon entier ce qui n'en est qu'une partie.

» Les exemples que j'ai cités ne sont donc pas infirmés. Pour ce qui concerne l'*Allium Cepa*, j'ai pris soin de dire moi-même que, en raison du mauvais état des échantillons que j'ai observés, « les observations que j'ai » faites ne me semblent pas concluantes (p. 141). »

» Des observations postérieures m'ont fait voir que ce sont les feuilles qui suivent le cotylédon qui ont des faisceaux multiples. Le cotylédon ne reçoit qu'un seul faisceau, mais je l'ai vu formé de deux fibres rapprochées bien distinctes, séparées par du tissu transparent (tubes longs, aigus, à parois peu visibles), composées toutes deux de trachées, et ayant les trachées les plus petites, à spires plus écartées du côté de la ligne médiane du faisceau, et les plus grandes, à lames plus serrées, du côté externe du faisceau. Ces fibres peuvent se distinguer même dans la partie verte, où elles sont de plus en plus rapprochées. Vers la tigelle elles restent séparées; même je les ai vues écartées par une radicelle naissant vis-à-vis la ligne médiane du cotylédon. J'ignore encore quel peut être le rapport de cette disposition avec la symétrie des nervures, les faisceaux composant le cercle vasculaire étant trop peu apparents et trop confus.

» Quant à la feuille primordiale (celle qui suit le cotylédon), elle a des faisceaux multiples, mais leurs vaisseaux ne sont pas partagés en deux fibres distinctes; j'en ai vu qui avaient 10 nervures, celle opposée au limbe était bifurquée vers la base, et d'autres qui en avaient 9, toutes sans division; quelques-unes en avaient 8, et celle opposée au limbe était bifurquée au sommet de la gaîne, et chacune de ses divisions allait, en se détournant, s'accoler aux nervures voisines; enfin, quelques feuilles primordiales avaient 7 nervures, celle opposée au limbe bifurquée au sommet de la gaîne et accolant ses divisions aux voisines; d'autres en avaient 6, dont une opposée au limbe était bifurquée dès la base. Les feuilles primordiales avaient donc les

nervures tantôt en nombre pair (10, 8, 6), tantôt en nombre impair (9, 7). Si l'on veut considérer les faisceaux bifurqués comme représentant des nervures soudées, les feuilles à 10 et 8 nervures pourraient être considérées comme ayant les nervures en nombre impair; mais, par contre, celle à 7 nervures devrait être considérée comme en ayant 8. Je n'ai pu, non plus, constater les rapports exacts de ces nervures avec les faisceaux de la tigelle soudés confusément; mais dans une coupe, j'ai vu une fois les fibres séparées par des radicelles, et rayonnant vers la feuille primordiale au nombre de 6, et régulièrement disposées comme celles de la feuille cotylédonaire du *Phœnix*.

» Beaucoup d'observations restent donc à faire sur ces points délicats, et je n'ai rien à opposer aux faits observés personnellement par M. Van Tieghem, ne les ayant pas soumis à un examen spécial. Tout ce que je puis dire, c'est que je dois m'applaudir que les études botaniques suivent la direction constatée par les discussions actuelles. Je pense avoir le premier, il y a plus de trente ans (*Étud. anat.: Soc. de Lille,* 1839), montré que les dispositions des feuilles dépendaient de la disposition des faisceaux fibro-vasculaires des tiges, que toutes les expansions phyllaires avaient la même origine, et présentaient les mêmes symétries, que conséquemment elles étaient anatomiquement analogues. Je ne prétends pas n'avoir pas commis d'erreur, et encore moins avoir signalé tous les faits qui doivent être recueillis dans la voie que je crois avoir ouverte. Je serai heureux d'applaudir aux découvertes qui y seront faites.

» Il ne me reste qu'une remarque à faire sur ce que j'ai dit relativement aux ovules : selon moi, ce n'est pas une *hypothèse*, c'est une *analogie*. A mon avis, les ovules peuvent, *au même titre que les étamines*, être considérés comme des phylles; ils sont formés par les mêmes éléments anatomiques, ils se composent des mêmes parties, savoir : un support, une expansion foliacée, des vaisseaux disposés dans l'ordre laminaire, un parenchyme, et à ce dernier, dans les uns comme dans les autres, sont dévolues des fonctions toutes spéciales relatives à la reproduction; ils entrent enfin dans la même symétrie thalamique, et peuvent, par des circonstances accidentelles, se développer en feuilles : l'analogie est donc profonde. Il est d'ailleurs difficile de les considérer comme des bourgeons appartenant aux feuilles carpellaires, car, parfois, ils ne sont pas unis à celles-ci; d'ailleurs, normalement les feuilles ne produisent pas de bourgeons, et l'embryon (plante nouvelle) est formé par le concours de l'organe mâle et de l'organe femelle. J'ajoute que ma manière de considérer les ovules permet d'ex-

pliquer plus facilement les diverses structures du fruit, et de caractériser plus nettement les organes floraux, ou spires thalamiques, et leur vrai point d'origine. Évidemment, c'est, comme on le dit, aux botanistes à apprécier les idées que j'ai énoncées ; dans les sciences on n'émet une opinion que pour la soumettre à l'examen et à la discussion des hommes compétents. »

M. Daubrée fait hommage à l'Académie d'une « Notice sur P. Berthier », qu'il vient de publier.

M. le Vice-Amiral Pâris fait hommage à l'Académie d'un « Projet de navires de mer à tourelles » qu'il vient de publier. Le Mémoire est accompagné d'un Atlas.

M. H. Sainte-Claire Deville fait hommage à l'Académie, au nom du *P. Secchi,* d'une traduction française de son ouvrage « Sur l'unité des forces physiques ». Cette traduction est due à M. Deschamps.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section de Mécanique, en remplacement de *M. Bernard.*

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant de 55,

M. de Caligny obtient . . . . . 40 suffrages.
M. Belanger . . . . 15 »

M. de Caligny, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Mémoire sur les sépultures considérées dans leurs rapports avec la salubrité publique ; par* **M. Ch. de Freycinet.** (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Section de Médecine et de Chirurgie.)

« Le Mémoire que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie est divisé en cinq Parties. La première traite des mesures à prendre pour protéger la santé publique pendant la période qui précède l'inhumation. La durée de

cette période paraît destinée à s'accroître, pour deux motifs : d'une part, la nécessité de placer les cimetières à de plus grandes distances des villes, et les facilités offertes par les chemins de fer pour ramener les morts dans le pays natal tendent à multiplier les transports de cercueils ; d'autre part, la crainte des inhumations précipitées, qui s'est emparée des esprits dans ces derniers temps, comme en témoignent plusieurs pétitions au Sénat et la prise en considération dont elles ont été l'objet, portera les familles à garder les corps plus longtemps dans les maisons. Il y a donc un intérêt actuel à rechercher les moyens de préserver les vivants contre les émanations cadavériques. Dans ce but, je signale les substances désinfectantes ou antiseptiques employées avec le plus de succès en France et à l'étranger, ainsi que quelques types de cercueils récemment imaginés en Angleterre pour permettre aux habitants de ce pays de se livrer avec moins de danger à leur goût marqué pour la détention prolongée des corps à domicile. L'auteur de ce Mémoire a vécu dans une ville du Yorkshire, où les enterrements se faisaient six à sept jours après le décès, et il a recueilli des exemples de détention poussée jusqu'à trois semaines. En Allemagne, la garde des corps est facilitée par des chambres mortuaires publiques, en général fort bien installées, mais dont l'usage a rencontré jusqu'ici d'assez grandes préventions auprès de la population. En France, les chapelles funéraires projetées pour le cimetière de Méry-sur-Oise soulèveront, mais avec incomparablement plus de difficultés, les mêmes problèmes d'assainissement que les salles de l'Allemagne. Toutefois les résultats obtenus en Angleterre dans plusieurs sortes de locaux à atmosphère limitée sont un garant que la solution pourra être fournie par une combinaison des moyens chimiques et physiques dont on dispose actuellement.

» La deuxième Partie du Mémoire est consacrée aux lieux d'inhumation. Un premier point concerne la protection des ouvriers occupés au creusement des fosses. On peut trouver d'utiles enseignements, à cet égard, dans les mesures prises dernièrement en Belgique pour la translation du cimetière de Borgerhout, motivée par les travaux des nouvelles fortifications d'Anvers ; aussi ai-je cru devoir rapporter *in extenso* les instructions suivies en cette circonstance. Mais c'est surtout au point de vue de la salubrité du voisinage que les lieux d'inhumation méritent de fixer l'attention. Les plus dangereux sont les caveaux en maçonnerie ; ils ne donnent point naissance, il est vrai, à des infiltrations, mais leurs émanations acquièrent une intensité redoutable. Plusieurs villes du Royaume-Uni souffrent aujourd'hui cruellement des caveaux pratiqués autrefois sous les églises, et,

dans ces dernières années, la Cité de Londres a dû assainir à grands frais deux cent cinquante caveaux qu'encombrent dix à douze mille cercueils à divers états de décomposition. En ce qui touche l'inhumation au sein même de la terre, cas de beaucoup le plus général, on doit, à mon sens, repousser systématiquement, comme allant contre le but, toutes les dispositions qui ont pour effet de retarder la décomposition des cadavres. Les substances antiseptiques, les cercueils dits inaltérables et autres moyens de ce genre n'ont qu'un temps : il faut toujours que la matière organisée arrive au contact des agents naturels recélés dans le sol et que l'équilibre finisse par s'établir entre la quantité de matière détruite et celle qui la remplace. Le retard mis à la décomposition ne peut avoir pour conséquence dernière que d'encombrer davantage une même étendue de terrain. Loin donc de la ralentir, on doit, au contraire, la favoriser par tous les moyens, mais en visant à ce qu'elle s'accomplisse dans un milieu toujours suffisant pour son objet, c'est-dire dans un milieu tel, que les produits liquides et gazeux puissent, à tout instant, y être absorbés ou détruits. Le drainage, dont je décris plusieurs applications importantes en France et en Angleterre, et les plantations, dont M. Chevreul a si bien fait ressortir l'action vivifiante dans le sol, sont de nature à rendre de grands services en faisant arriver l'oxygène en plus forte proportion dans la masse cadavérique. Mais rien ne saurait suppléer ces deux conditions fondamentales : l'étendue et l'isolement. Quand la terre manque aux cadavres, ou que les tombes sont trop rapprochées des habitations, toutes les précautions sont vaines et le mal est inévitable, témoin l'exemple de Glasgow, Manchester, Birmingham, et surtout de la Cité de Londres, où près de cinquante mille tonnes de débris humains font la constante préoccupation des autorités municipales. De là, pour les grandes villes modernes, l'idée de ces nécropoles éloignées, où les morts sont amenés par chemins de fer.

» La troisième Partie du Mémoire est consacrée à la description de deux nécropoles de ce genre, savoir : le cimetière de Woking-Common, ouvert depuis quelques années aux inhumations de Londres, et le cimetière projeté de Méry-sur-Oise, qui paraît devoir être ouvert bientôt aux inhumations de Paris. Les dangers des cimetières actuels de la capitale viennent d'être mis de nouveau en lumière par M. Dumas, dans une récente discussion au Sénat. Ces dangers se traduisent, non-seulement par des exhalaisons méphitiques, mais plus encore par une nappe corrompue qui s'étend souterrainement vers la Seine et imprègne le sol sur lequel nos maisons sont bâties.

» Dans la quatrième Partie, j'examine un projet d'assainissement par feu MM. Gratiolet et J. Lemaire, et dont il a été rendu compte dans plusieurs publications. Ce projet, envisagé dans ses traits essentiels, consisterait à rendre les corps imputrescibles au moyen d'une injection de coaltar dissous dans l'huile lourde de houille, et, afin de prévenir l'encombrement du terrain, qui résulterait de cette pratique indéfiniment suivie, à exhumer les cadavres au bout du délai légal de cinq ans, pour les livrer aux flammes. De la sorte se trouveraient conjurés, dans la pensée des auteurs, les inconvénients dus aux émanations et aux infiltrations. Je fais ressortir les objections très-graves, à mon sens, que soulève cette inhumation provisoire, et je conclus que si la crémation devait un jour être admise, comme on l'a réclamé depuis quelque temps, mieux vaudrait l'appliquer au moment même de la mort. Mais ici se présentent des difficultés d'un autre ordre, que je crois bon de signaler.

» La crémation a été repoussée jusqu'à présent par des considérations purement morales et religieuses; mais elle doit l'être aussi, selon moi, dans l'état actuel de la science, par des considérations de salubrité. C'est en effet une chose beaucoup moins simple qu'on ne le pense communément, que de brûler une grande quantité de cadavres sans nuire à l'hygiène publique. L'innocuité d'une telle opération serait fort difficile à obtenir, avec la condition, sur laquelle sans doute tout le monde est d'accord, de ne pas blesser le respect envers les morts. Il a été donné à l'auteur de ce Mémoire d'étudier en France et à l'étranger les industries où l'on calcine les matières animales, et il a observé que les procédés les plus efficaces pour assainir ces industries sont précisément ceux dont il ne pourrait être fait usage dans la crémation, à raison de la nature particulière des dépouilles sur lesquelles on opérerait. On en serait réduit à l'action seule du feu, laquelle serait impuissante pour purifier les dégagements. On répandrait donc sur la contrée des odeurs qui, par suite de leur origine, soulèveraient une réprobation unanime. Si l'on songe que la mortalité de Paris est d'environ 150 par jour, qu'elle peut s'élever à 1500 ou 2000 en temps d'épidémie, et qu'une fois la crémation admise, l'administration devrait être en état de faire face à tous les besoins, on ne sera pas rassuré sur les suites d'une telle pratique. Dans la province, on rencontrerait des difficultés d'un autre genre, qui ne permettraient pas davantage d'espérer le succès. Quant à l'argument tiré des coutumes antiques, il est aisé de voir qu'il n'a pas la valeur qu'on lui attribue et qu'il ne détruit nullement ces objections. Telles sont les considérations que je développe dans la cinquième Partie du Mémoire.

» En résumé, la solution au problème des sépultures ne me paraît pas, du moins quant à présent, devoir être cherchée en dehors du mode actuel, à savoir : l'ensevelissement au sein de la terre. C'est à améliorer ce mode ou à le pratiquer dans des lieux mieux en harmonie avec leur objet, que les efforts, selon moi, doivent s'appliquer. Sous ce rapport, on peut considérer comme particulièrement favorables ces vastes plateaux ombragés d'arbres ou *bois sacrés*, dont il avait été question à une certaine époque. La matière cadavérique s'y transformerait rapidement et dans de bonnes conditions, sous la double influence du sol et de la végétation. A défaut d'une telle solution, que des considérations diverses peuvent faire écarter, des cimetières comme ceux de Woking-Common et de Méry-sur-Oise offrent à l'hygiène publique des garanties qu'aucun autre projet, à mon avis, ne présente au même degré. »

M. Dumas présente, au nom de *MM. Mille* et *Durand-Claye*, ingénieurs des Ponts et Chaussées, un Mémoire portant pour titre « Service d'essai des eaux d'égouts. Compte rendu des essais d'utilisation et d'épuration ». Il résulte de ces essais, exécutés sur une large échelle, aux frais de la ville de Paris, sous la direction d'une Commission spéciale, et avec une attention particulière, pendant les années 1867 et 1868, que les eaux fournies par les égouts de Paris pourraient être facilement épurées au moyen du sulfate d'alumine, à raison d'un centime par mètre cube d'eau. Les 190000 mètres cubes qu'on laisse perdre chaque jour correspondent à une quantité de matières utiles dont la valeur commerciale peut être évaluée, pour l'année entière, à 7 millions environ; c'est la somme qu'il faudrait dépenser pour les ajouter à l'eau que débitent les égouts. L'épuration partage ces matières utiles, qui sont les produits azotés, les phosphates et les sels à base de potasse, de la manière suivante :

Les phosphates passent dans le dépôt.

La potasse reste dans l'eau.

L'azote reste pour un tiers dans l'eau et se dépose pour deux tiers dans les boues.

Abstraction faite de l'eau elle-même et de sa valeur comme irrigation, ce liquide épuré retiendrait pour 4 millions de matières utiles. Le traitement par le sulfate d'alumine donnerait un dépôt contenant une valeur serait d'à peu près 3 millions.

Les expériences effectuées sur un champ agricole restreint ayant semblé dignes d'êtres poursuivies, l'Administration municipale les reproduit sur une

échelle plus grande dans la plaine de Genevilliers, où le colmatage par les eaux troubles, l'arrosage par les eaux épurées, et l'emploi des dépôts comme engrais vont être expérimentés publiquement.

L'Administration et l'Agriculture retireront de ces essais un enseignement nécessaire et définitif.

(Renvoi à la Commission des Arts insalubres.)

M. Dumas présente également un « Mémoire sur un projet d'épuration des eaux de la ville de Reims au moyen des procédés de MM. Houzeau et Devedeix, exploités par MM. Houzeau, Devedeix et Holden ».

(Renvoi à la Commission des Arts insalubres.)

Un auteur anonyme, dont le nom est contenu dans un pli cacheté, adresse pour le concours du prix Bréant un Mémoire écrit en italien, sur « L'acide chlorhydrique considéré comme remède préservatif et curatif contre le choléra asiatique ».

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

M. Dieu adresse de Lyon quelques remarques relatives à un Mémoire récent de *M. Collet*, sur la théorie du facteur pour l'intégration des équations différentielles du premier ordre.

(Commissaires précédemment nommés : MM. Chasles, Bertrand, O. Bonnet.)

MM. Chevallier (père et fils) soumettent au jugement de l'Académie un « Mémoire sur les allumettes chimiques au phosphore ordinaire. Dangers qui résultent pour les populations de leur préparation et de leur emploi ».

Ce Mémoire est présenté par M. Cloquet.

(Renvoi à la Commission des Arts insalubres.)

M. Bertrand est adjoint à la Commission précédemment nommée pour l'examen d'un Mémoire de *M. Reynard*, intitulé « Vue nouvelle sur la théorie des actions électro-dynamiques ».

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Une brochure de *M. Tholozan*, sur « Une épidémie de peste en Mésopotamie, en 1867 ».

2° Une brochure de *M. Max. Vernois*, intitulée « État hygiénique des lycées de l'Empire, en 1867. Extrait d'un Rapport à M. le Ministre de l'Instrnction publique ».

3° Une brochure de *M. J.-L. Prévost* (de Genève), intitulée « Études médicales en Allemagne. Extrait d'un Rapport à M. le Ministre de l'Intruction publique ».

4° Un Mémoire imprimé en grec moderne « Sur le choléra contagieux » ; par *M. de Cigalla*.

5° Une brochure de *M. Cossa*, imprimée en italien avec le titre « Recherches de chimie minéralogique ».

PHYSIQUE. — *Sur la phosphorescence produite par le passage des courants électriques dans les gaz raréfiés.* Note de **M. Morren**.

« J'ai l'honneur faire connaître à l'Académie les résultats que m'a présentés, sur la phosphorescence des gaz raréfiés, la répétition des expériences dont M. de la Rive a entretenu l'Académie dans sa séance du 12 avril. M. de la Rive, ou plutôt M. Sarasin (1), affirme que l'oxygène pur, seul et raréfié, donne la phosphorescence; je crois ce physicien dans l'erreur, s'il pense avoir pu conserver un gaz d'une pureté parfaite dans les circonstances où il s'est placé. Il ne suffit pas, en effet, d'avoir au début des gaz purs, il faut être en mesure de reconnaître et de prouver qu'ils sont restés tels pendant tout le cours de l'expérience. Cette continuelle vérification ne peut se faire au moyen des réactions ordinaires, mais on peut très-aisément recourir aux délicatesses de l'analyse spectrale. Il suffit pour cela d'ajouter, comme je l'ai fait, à l'appareil de M. Sarasin, un tube suffisamment étroit, muni d'électrodes et assez lumineux pour que le

---

(1) *Archiv. de la Biblioth. de Genève*, numéro du 15 mars 1869, p. 254.

spectroscope prononce avec certitude, l'azote et l'oxygène ayant des réactions spectrales qu'on ne peut confondre. L'oxygène présente dans la partie la moins réfrangible (864,3 de l'échelle Kirchhoff) une raie rouge brillante que n'a pas l'azote; il possède ensuite un espace sombre et obscur, s'étendant jusqu'au delà de la raie D (1006,7, Kirch.), tandis que l'azote présente dans le même intervalle une large bande lumineuse rouge et orange, traversée par douze lignes noires, équidistantes et ombrées, qui la font ressembler à une belle colonne cannelée. Dès qu'on voit cette bande, on peut avec toute certitude prononcer que l'azote est présent. Dans toutes les expériences répétées, j'ai pu aisément, au moment où la phosphorescence apparaît, constater la présence de l'azote et toujours aussi celle de l'acide carbonique. Je ne pouvais en être surpris, car, répétant en ce moment les expériences récentes de M. Tyndall, j'ai vu, comme ce physicien, qu'un tube de verre de large diamètre et dès lors d'un nettoyage facile, exposé à une vive lumière directe, reste toujours malpropre et rempli de poussières organiques, quoiqu'on ait eu recours, pour le nettoyer, aux procédés les plus minutieux et en apparence les plus efficaces. Comment se flatter d'avoir évité ces malpropretés dans un appareil comme celui de M. Sarasin, et avec des boules d'oxygène que les mains doivent toucher. Faire passer un courant électrique au sein de l'oxygène et en présence de matières qui sont aussitôt brûlées, c'est produire au moins de l'azote et de l'acide carbonique, c'est-à-dire tout ce qu'il faut pour la phosphorescence. Il y a plus, on ne doit dessécher l'oxygène ni avec le chlorure de calcium, que sa nature poreuse rend toujours imprégné d'air, et qui n'absorbe pas des traces fort nuisibles d'acide carbonique, ni avec l'acide sulfurique, puisque ce liquide est une véritable éponge d'acide sulfureux et contient aussi de l'air. De plus tout oxygène qui a touché l'eau, même celui qu'on obtient par la pile, contient de l'azote et d'autres gaz encore, si l'on a acidulé l'eau autrement qu'avec l'acide phosphorique. Ce n'est pas l'ozone que la poudre d'argent absorbe aux pôles de la pile, c'est de l'azote suffisamment oxydé : tout métal d'oxydation facile fait de même, et l'oxygène non phosphorescent reste seul.

» Dans des expériences où sont en jeu des quantités si minimes de matière, sur lesquelles le spectroscope seul peut prononcer, on ne saurait être trop minutieux : c'est ce qui m'a fait chercher à donner le plus de garanties possibles à ma manière d'opérer. La voici. J'emploie un tube formé d'une boule centrale de 1 décimètre de diamètre, placé entre deux tubes de 1 centimètre de diamètre intérieur. A leurs extrémités sont deux

boules ovalaires plus petites, où les électrodes, placés d'une manière spéciale, permettent, sans crainte de fracture, de chauffer vivement le tube entier pendant que l'oxygène le traverse en abondance. Ce gaz lave le tube, brûlant et entraînant les corps étrangers. L'oxygène, amené sur le mercure dans un gazomètre spécial en cristal, reste plusieurs jours en contact de fragments de potasse récemment fondue. Au delà des électrodes sont deux robinets de verre, et à la suite de l'un d'eux le tube explorateur étroit dont j'ai parlé, muni lui-même de ses électrodes et placé du côté de l'aspirateur à mercure, seul appareil assez propre pour inspirer toute sécurité dans une expérience aussi délicate. L'appareil entier doit, au moins pendant plusieurs jours, tenir le vide d'une manière absolue. Après avoir fait passer en abondance de l'oxygène, on commence à faire le vide dans le seul tube étroit d'épreuve, et quand le spectroscope annonce de l'oxygène irréprochable, on ouvre le robinet qui permet de faire arriver le vide à la boule centrale, et dans ces conditions le courant électrique ne produit aucune phosphorescence; puis ensuite celle-ci naît aussitôt, si on laisse arriver la plus minime bulle d'air.

» Il importe beaucoup de ne pas faire passer le courant électrique dans la boule centrale lorsque l'oxygène contient encore de l'azote, car on provoquerait ainsi la phosphorescence dans la boule et avec elle la naissance du corps qui la produit; et, dans ces conditions, il deviendrait sinon impossible, du moins bien difficile, de chasser cette réaction de la boule, et de rendre à celle-ci sa propreté première, et on serait obligé de la changer.

» Je me crois donc autorisé à établir la conclusion suivante :

» Les gaz simples : oxygène, hydrogène et azote, raréfiés et traversés par un courant électrique ne donnent pas la phosphorescence quand ils sont seuls.

» J'ajouterai que la phosphorescence est un phénomène complexe. Dans une prochaine communication, je ferai connaître des faits qui me semblent devoir modifier la théorie exposée devant l'Académie par M. de la Rive, et montrer que, pour se produire, la phosphorescence exige d'abord la présence de l'oxygène et de l'azote, libres ou combinés, et ensuite celle d'un acide. »

CHIMIE. — *Sur les équilibres chimiques entre le carbone, l'hydrogène et l'oxygène; par* **M. Berthelot.**

« La décomposition de l'acide carbonique par l'étincelle électrique fut d'abord observée au moment des discussions que souleva la chimie pneu-

matique, à la fin du XVIII^e siècle, et invoquée comme une preuve de l'existence de l'hydrogène (alors confondu avec l'oxyde de carbone) dans le charbon (1). Elle a été souvent citée à cause de l'opposition singulière qui existe entre la combinaison de l'oxyde de carbone avec l'oxygène et la régénération de ces mêmes gaz, sous une même influence, celle de l'étincelle. J'ai été conduit à reprendre l'étude de ces phénomènes, dans le cours de recherches entreprises pour vérifier par une méthode nouvelle les lois de rapports simples et discontinus observées par M. Bunsen lors du partage de l'oxygène entre deux gaz combustibles. J'ai étudié la décomposition de l'acide carbonique, celle de la vapeur d'eau et la réaction prolongée de l'étincelle sur divers mélanges d'hydrogène, d'oxyde de carbone, d'oxygène, de vapeur d'eau et d'acide carbonique. Voici d'abord les faits; puis j'exposerai les conséquences théoriques qui me semblent en découler.

I. *Décomposition de l'acide carbonique.*

» 1. Le gaz acide carbonique, traversé par une série d'étincelles d'induction, se décompose rapidement : la décomposition atteint un certain terme; puis elle rétrograde, augmente de nouveau, diminue et ainsi de suite, sans tendre vers aucune limite fixe. C'est ce que montre le tableau suivant qui exprime le volume des gaz non absorbables par la potasse (oxyde de carbone et oxygène) contenus dans 100 volumes du mélange analysé; j'opérais sur 200 centimètres cubes de gaz, avec de fortes et longues étincelles, développées par une bobine de Ruhmkorff alimentée par 6 éléments Bunsen; les échantillons étaient prélevés de temps en temps et analysés :

Après 5 minutes........	13,0	Après 99 minutes........	7,0
12 »	10,0	110 »	6,0
14 »	9,5	128 »	6,0
24 »	7,5	143 »	5,0
39 »	5,5	153 »	7,0
54 »	10,0	163 »	10,0
84 »	12,5		

» Le rapport 2 : 1 entre l'oxyde de carbone et l'oxygène a été vérifié chaque fois. Il ne subsiste que si l'étincelle jaillit entre des fils de platine placés à une grande distance du mercure; autrement une partie de l'oxygène est absorbée par le mercure, phénomène que l'on peut manifester dès

(1) *Voir* les expériences de Monge et de Van Marum à l'article *Air* de la *Chymie* dans l'*Encyclopédie méthodique* (1789). — W. HENRY, *Philosophical Transactions*, p. 202 (1800). — BUFF et HOFMANN, *Quarterly Journal of the Chemical Society*, t. XII, p. 282 (1859).

les premières étincelles, en faisant jaillir celles-ci entre la surface du mercure et un fil de platine.

» Ainsi, l'acide carbonique est décomposé par l'étincelle; mais la décomposition ne dépasse pas un certain terme, parce que l'oxyde de carbone et l'oxygène tendent à se recombiner, ce que l'on savait déjà; mais les essais précédents établissent en outre ce résultat très-important, à savoir : que *la décomposition de l'acide carbonique ne tend vers aucune limite fixe*, contrairement à ce qui arrive dans la décomposition de l'acétylène et dans diverses autres réactions. Cette absence de limite fixe indique l'existence simultanée de deux causes contraires, mais indépendantes : j'y reviendrai.

» 2. Les termes extrêmes entre lesquels oscille la décomposition ne présentent eux-mêmes rien de constant; ils dépendent de la longueur et de l'intensité des étincelles, comme le montre le tableau suivant, comparé à celui qui précède :

	Courtes étincelles.	Etincelles très-courtes et faibles (1).
Après 10 minutes.............	14,0	»
15 »	»	6,0
25 »	18,0	»
37 »	19,0	13,5
60 »	1,5	29,0
82 »	24,0	2,0

» Ces chiffres mettent en évidence une décomposition progressive, suivie d'une recombinaison. D'après MM. Buff et Hofmann, la recombinaison aurait lieu avec explosion. Je n'ai jamais observé ce phénomène; mais je pense qu'il pourrait avoir lieu avec des étincelles encore plus faibles que celles des expériences précédentes, attendu que le chiffre de 29 centièmes est très-voisin de la limite de combustion explosive.

» 3. En effet, un mélange de 2 volumes d'oxyde de carbone et de 1 volume d'oxygène, ajouté avec un excès convenable d'acide carbonique, cesse de faire explosion : il suffit que l'acide carbonique forme plus des 60 ou 65 centièmes du volume total. La limite oscille d'ailleurs un peu, suivant l'intensité des étincelles. L'oxyde de carbone et l'oxygène réunis forment ici 35 à 40 centièmes du mélange total, chiffre voisin du nombre 29 signalé plus haut.

» Ces observations m'ont ramené à l'étude de la limite de composition des

(1) Deux éléments Bunsen.

mélanges explosifs formés d'oxyde de carbone et d'oxygène, étude indispensable pour achever de définir les équilibres qui se produisent entre le carbone et l'oxygène.

» 4. J'ai d'abord vérifié les indications de Dalton, d'après lequel l'explosion cesse d'avoir lieu dans un mélange des deux gaz renfermant moins du cinquième ou plus des quatorze quinzièmes de son volume d'oxyde de carbone. Ces limites varient un peu avec l'intensité de l'étincelle. En outre, et pour un même mélange limite, la combustion est tantôt complète, tantôt plus ou moius incomplète. Par exemple un mélange formé de :

Oxyde de carbone..........	18,6
Oxygène..................	81,4

a brûlé avec flamme, tout l'oxyde de carbone étant changé en acide carbonique dans une expérience; tandis que, dans une autre, il s'est formé seulement 10,0 d'acide carbonique. Même résultat avec les mélanges limites où l'oxyde de carbone domine, ou bien encore l'oxyde de carbone et l'oxygène étant en présence d'un excès d'acide carbonique. Ces variations sont dues à l'action réfrigérante du gaz excédant.

» 5. Mais la combinaison peut-elle être produite au-dessous de la limite de combustion explosive, et jusqu'à quel terme? C'est ce qui n'a pas encore été examiné. On sait seulement qu'à une certaine distance en deçà de cette limite, la combinaison est explosive et totale; tandis qu'à une certaine distance au delà, il n'y a pas de combinaison appréciable sous l'influence d'une seule étincelle.

» Or j'ai reconnu que, dans tous les mélanges d'oxyde de carbone et d'oxygène situés au delà de la limite d'explosion, la combinaison a lieu sous l'influence d'un courant prolongé d'étincelles, et qu'elle s'opère complétement, quel que soit l'excès de l'oxygène ou de l'oxyde de carbone. Par exemple dans un mélange formé de :

Oxyde de carbone...........	13,0
Oxygène....................	87,0

il a suffi d'un courant de fortes étincelles prolongé pendant une minute pour former 6,5 d'acide carbonique. En cinq minutes, ce chiffre s'est élevé à 13,0.

» Mêmes résultats avec divers mélanges renfermant 8,0 et 5,0 d'oxyde de carbone. De même dans les mélanges où l'oxyde de carbone domine, l'oxygène étant 3,3 et 1,0; seulement dans ces derniers mélanges, il faut plus de temps pour compléter l'action.

» Ces divers résultats fournissent les types d'*une action progressive qui tend vers une combinaison totale, dans des systèmes homogènes*.

» 6. Pour établir le fait d'une manière plus complète, j'ai opéré aussi sur les systèmes réciproques qui résultent d'une réaction accomplie, tels que les mélanges d'acide carbonique et d'oxygène, ou d'acide carbonique et d'oxyde de carbone, dont la composition est voisine de celle des systèmes correspondant à la limite de combustion explosive. Tels sont les suivants :

Acide carbonique........	16,6	Acide carbonique........	13,0
Oxygène	83,4	Oxyde de carbone.......	87,0

» Après une heure d'étincelles, j'ai retrouvé exactement le même volume d'acide carbonique.

» La présence d'un excès convenable d'oxygène ou d'oxyde de carbone empêche donc complétement la décomposition.

» 7. Il n'en est pas de même, comme on pouvait le prévoir, dans les cas où l'oxygène ou l'oxyde de carbone ne sont contenus dans le mélange qu'en faible proportion. Par exemple, un mélange formé de 96,5 d'acide carbonique et 3,5 d'oxyde de carbone, soumis à un courant d'étincelles pendant un quart d'heure, a augmenté de 5,1 par suite de la formation de 3,4 d'oxyde de carbone et de 1,7 d'oxygène.

» 8. Enfin les mélanges dans lesquels l'oxyde carbonique est mêlé à la fois avec l'oxyde de carbone et l'oxygène, dans le rapport de 2 volumes de l'un pour 1 volume de l'autre, se comportent d'une manière spéciale. Ces mélanges sont réciproques avec ceux qui résultent de la décomposition de l'acide carbonique; ils fournissent, en effet, les mêmes résultats pour une composition équivalente. Ainsi, l'acide carbonique formant moins de 60 centièmes, il y a combinaison explosive et totale, comme il a déjà été dit. Au-dessous de 60 centièmes, il y a recombinaison partielle, toujours incomplète et qui varie avec la durée de l'expérience, sans tendre vers aucune limite fixe. C'étaient là des résultats faciles à prévoir, mais que j'ai cru utile de constater, pour définir tout à fait et par expérience l'équilibre entre le carbone et l'oxygène.

» Avant de discuter la signification théorique de ces phénomènes, il est nécessaire d'exposer les faits observés dans la décomposition de la vapeur d'eau. »

BOTANIQUE. — *Sur la distribution géographique des Fougères du Mexique;* *par* **M. Eug. Fournier.**

« L'étude des Fougères du Mexique, que je poursuis depuis plus de deux années, a donné des résultats dont la valeur est due à la richesse des matériaux que j'ai pu mettre en œuvre. Il m'a été permis d'examiner à loisir les Fougères rapportées du Mexique par vingt-cinq collecteurs différents : les uns dont les plantes avaient déjà été publiées ou citées (Andrieux, Berlandier, Bonpland, Ervendberg, Galeotti, Jurgensen, Liebmann, Linden, Sartorius, Schaffner et Schiede); les autres dont les Fougères n'avaient jamais été publiés (Ghiesbreght, Franco, Mairet, MM. Heller, Botteri, Sallé, Virtet d'Aoust, F. Müller, Gouin), et parmi eux les collecteurs attachés à divers titres à l'expédition scientifique du Mexique, MM. Bourgeau, Hahn, Weber, Méhédin et Guillemin (1). M. Lange a bien voulu m'adresser de Copenhague les espèces décrites par Liebmann qui manquaient au Musée de Paris; M. Fée a mis la plus grande obligeance à faciliter mes recherches dans son bel herbier, qui contient les types des Fougères mexicaines décrites dans ses nombreux *Mémoires*. M. Buchinger, de Strasbourg, M. Meissner, de Bâle, M. Lenormand, de Vire, M. Van Heurck, d'Anvers, m'ont communiqué des collections précieuses; mais surtout M. Alph. de Candolle, qui a consenti à m'envoyer de Genève la totalité de ses Fougères américaines. En joignant à ces matériaux ceux que je trouvais à Paris dans l'herbier du Muséum (qui renferme celui de Bory de Saint-Vincent), dans l'herbier Delessert et dans celui de M. de Franqueville, j'ai pu examiner directement la plupart des types de Humboldt, Willdenow, Swartz, Bory, Hooker, Kunze, Desvaux, Gaudichaud, J. Agardh, J. Smith, Mettenius, Van den Bosch, de Martius, Eaton et Klotzsch. Enfin M. Kuhn a bien voulu m'envoyer de Berlin des renseignements sur certaines espèces rares et critiques que possède l'herbier royal de cette ville.

» Les Fougères mexicaines s'élevaient à 6 dans le *Flora mexicana* du *Synopsis* de Kunth, à 182 dans l'ouvrage de Martens et Galeotti, à 312 dans celui de Liebmann (si on laisse de côté les espèces douteuses qui font pour la plupart double emploi) et à 487 dans le *Catalogue* de M. Fée. De

(1) Malheureusement ces collections ne fournissent des documents suffisants que sur la Cordillère orientale entre Jalapa et Orizaba, sur les hauts plateaux et la vallée de Mexico, la province d'Oajaca et les environs de San Luis de Potosi. La Sonora et les provinces méridionales du Mexique n'y sont pas représentées.

ce dernier nombre j'ai dû en retrancher 70, qui étaient fondées sur des échantillons imparfaits et que j'ai signalées à leur rang comme douteuses, ou qui m'ont semblé, grâce à des matériaux plus complets, devoir être considérées comme de simples variétés : cependant j'ai réuni 605 espèces, parmi lesquelles je ne compte que celles dont j'ai pu voir des échantillons, les autres étant seulement signalées en note et hors cadre, pour éviter les doubles emplois. Je dois ajouter que dans ce nombre de 605 il s'en trouve 47 non encore signalées au Mexique, ou nouvelles; et que cependant j'ai pu supprimer de la nomenclature, comme identiques à des types établis antérieurement, 217 espèces de Fougères mexicaines regardées comme distinctes par les auteurs qui m'ont précédé.

» Mais le résultat le plus important de mes recherches a trait à la distribution géographique de ces plantes. J'ai pu d'abord établir que les espèces de cette famille sont généralement les mêmes sur les deux versants des Andes mexicaines. Sur les espèces énumérées par J. Smith dans la Botanique du voyage de l'Herald, comme recueillies dans la Sierra Madre, entre Durango et San Blas, sur le versant du Pacifique, 3 seulement n'ont pas encore été retrouvées sur le versant océanique.

» De plus, en comparant les formes mexicaines avec celles de l'Amérique entière, et surtout avec celles de l'Amérique tropicale, j'ai dû identifier encore un bien plus grand nombre d'espèces décrites comme différentes par des botanistes qui s'étaient restreints dans l'étude de flores spéciales, et qui n'avaient pas soupçonné l'étendue de l'aire occupée par ces plantes. En effet, sur les 605 Fougères dont l'existence me paraît établie au Mexique, 178 seulement sont spéciales à cette région. Je dois ajouter que ces dernières font partie de certains genres ou groupes très-largement représentés dans cette contrée, et manquant dans le reste de l'Amérique tropicale. Sur les 427 espèces communes au Mexique et à d'autres régions, d'après les documents dont j'ai disposé, 230 se retrouvent dans les Andes de l'Amérique méridionale (Nouvelle-Grenade, Équateur, Pérou, Bolivie), 139 dans les Antilles, particulièrement à Cuba et à la Guadeloupe, 59 dans la Guyane ou à Caracas, et 117 au Brésil, dont la plupart vont jusqu'à Rio-de-Janeiro. Les Fougères des hautes montagnes du Mexique trouvent facilement dans les Andes, quoiqu'elles s'y rapprochent de l'Équateur, le climat qui leur convient; il en est même 12 qui dépassent la région intertropicale pour descendre dans la province de Çorrientes ou à Montevideo, et 17 qui s'étendent dans le Chili et qui se retrouvent dans les collections de

M. Cl. Gay; la plupart de ces dernières, notamment les *Pellœa,* remontent au nombre de 11 dans les montagnes du Texas, d'où les a rapportées M. Trécul. Les espèces des environs d'Orizaba et de Jalapa, qui croissent de 1000 à 1500 mètres dans la Cordillère orientale du Mexique, et dont quelques-unes habitent au nord la Floride ou la Caroline, se retrouvent en partie dans la Guyane, et pour la plupart à Cuba et à Rio-de-Janeiro; il est même fort remarquable que de Mexico ou de Jalapa à Rio plusieurs d'entre elles manquent jusqu'à présent dans les points intermédiaires et n'aient été constatées qu'aux deux limites extrêmes de la zone intertropicale.

» Quant aux Fougères, en très-petit nombre, recueillies sur la zone littorale et brûlante du Mexique, elles sont répandues en général sur toute la région tropicale du globe et n'offrent pas d'intérêt quant à leur distribution géographique.

« Mais le groupe le plus intéressant dans les plantes qui nous occupent est assurément, bien qu'il ne se compose que de 12 espèces, celui qui, du fond du golfe du Mexique, dépassant les Antilles, atteint les Açores et les Canaries et vient s'épanouir dans la région méditerranéenne pour se continuer par un petit nembre d'espèces dans les montagnes d'Abyssinie, de la Perse ou de l'Himalaya. Parmi celles-ci, en remontant vers le nord, le *Pteris longifolia* s'arrête dans l'île d'Eschea, le *Pt. creteca* en Corse, le *Woodwardia radicans* dans les montagnes des Asturies, l'*Adiantum Capillus* à Poitiers et à Bormio, dans le Tyrol, près d'une source minérale chaude, le *Gymnogramme leptophylla* à Brest, tandis que le *Cystopteris fragilis*, espèce polymorphe, mais indivisible, se répand sur toute l'Europe et atteint les sommets des Alpes. L'existence authentiquement établie de ce groupe de plantes concorde avec les hypothèses fondées par plusieurs naturalistes sur la disparition de l'Atlantide. »

GÉOLOGIE. — *Sur la non-existence du terrain houiller dans les Pyrénées françaises entre les gîtes extrêmes des Corbières et de la Rhune.* Note de **M. Leymerie**, présentée par M. Daubrée.

« On sait qu'aux points extrêmes et presque en dehors des Pyrénées françaises se trouvent deux petits gîtes houillers. L'un est dans cet appendice des Pyrénées-Orientales qu'on appelle *Corbières.* Il est bien connu par les observations de plusieurs ingénieurs et géologues, et il en a été donné une description succincte dans le premier volume de l'explication de la Carte géologique de France (p. 591). L'autre gîte se trouve à l'extrémité opposée

de la chaîne, dans l'arrondissement de Bayonne, derrière la Rhune, d'où il passe sur le territoire espagnol. J'en dois la connaissance à M. Gindre, ingénieur civil, qui eut la complaisance de m'y conduire en 1855. Il est au moins aussi insignifiant que celui des Corbières sous le rapport industriel; mais ses caractères comme terrain houiller sont également très-marqués. On y a recueilli un assez grand nombre d'empreintes végétales où M. Adolphe Brongniart a reconnu des espèces habituelles et caractéristiques de la période houillère.

» Tout récemment, ayant eu l'honneur de guider la Société géologique, réunie extraordinairement à Bayonne, dans une course à la montagne de la Rhune, nous avons eu la bonne fortune de retrouver ce terrain au fond du profond ravin qui sépare la grande de la petite Rhune, où il est venu affleurer par l'effet d'une faille.

» Le but de cette Note est de faire voir qu'entre les points extrêmes qui viennent d'être signalés, il n'y a rien sur le versant français qui puisse être rapporté à la période houillère; de sorte que les gîtes des Corbières et de la Rhune ne doivent être regardés que comme des exceptions propres à confirmer la règle que nous venons d'énoncer.

» Le grès rouge pyrénéen joue un rôle très-important dans les observations qui servent de base à notre démonstration. On se rappelle que ce grès constitue sur le versant français de la chaîne, et il en est de même sur le versant espagnol, une bande longitudinale qui peut être regardée comme s'étendant d'un bout à l'autre, malgré quelques interruptions ou lacunes. C'est pour les Pyrénées un horizon précieux, très-facile à reconnaître à sa couleur d'un rouge de brique, et qui sépare le terrain jurassique des formations paléozoïques. Ce grès, dans les gîtes exceptionnels ci-dessus signalés, recouvre les couches houillères qui reposent, d'un autre côté, sur des schistes de transition rapportés à la période devonienne.

» Si le terrain qui renferme la véritable houille existait dans nos montagnes, ce ne pourrait être qu'entre ce grès et le terrain de transition, ordinairement représenté par l'étage devonien. Or, si l'on étudie, à ce point de vue, le versant français, et particulièrement les vallées transversales, qui ne sont que des fractures propres à accuser nettement les caractères et la superposition des terrains, on trouve constamment et partout les schistes ou calcaires de transition en contact avec le grès rouge, ou, à son défaut, avec le lias, et jamais on n'a cité entre ces deux terrains la plus mince assise qui pût être regardée comme appartenant à la période carbonifère. J'ai reconnu cet état de choses dans toutes les vallées, et je demande la permission d'in-

diquer ici quelques-uns des points où j'ai constaté ce contact du grès rouge et du terrain de transition, contact qui exclut la houille.

» En suivant le versant de l'est à l'ouest, entre le méridien de Perpignan et celui de Bayonne, on trouve d'abord, dans la vallée du Tech, la première des Pyrénées-Orientales, la localité d'Amélie-les-Bains, où le grès rouge repose sur des schistes et des gneiss traversés par l'Elvan, et supporte immédiatement une assise calcaire qui dépend du lias.

» Dans la vallée de la Tet, où le terrain devonien supérieur est si caractérisé entre Prades et Villefranche, on ne voit pas, il est vrai, le grès rouge; mais il n'y a rien sur les couches devoniennes, qui puisse faire soupçonner l'existence de la houille.

» Le grès rouge continue à faire défaut sur le versant français jusqu'à la vallée de l'Ariége; mais c'est un calcaire secondaire dans cette dernière vallée, comme dans celle de l'Aude, qui se trouve en contact avec le terrain devonien (au parallèle de Sainte-Colombe pour l'Aude, et au-dessus d'Ussat pour l'Ariége).

» Notre grès indicateur reprend dans le Saint-Gironnais, où il repose immédiatement sur des couches devoniennes souvent représentées par des calcaires amygdalins entrelacés.

» Cette bande rouge s'efface au moment de traverser la petite vallée de Ger, où l'on voit le schiste devonien supporter les calcaires secondaires de Couledoux; mais elle reparaît à l'ouest, et traverse la vallée d'Arran à Lez et celle de la Pique à Cierp, où l'on peut constater son contact avec des griottes devoniennes très-caractérisées.

» La même bande s'élargit beaucoup en passant à travers la vallée d'Aure, où elle touche, au-dessus de Sarrancolin, celle des calcaires bleuâtres renfermant des Cyathophyllum de l'époque devonienne.

» L'existence du grès rouge dans la vallée de Campan est un fait douteux; mais, ce qui ne l'est pas, c'est la non-existence, entre le lias de Campan et l'assise des marbres verts devoniens d'Espiadet qui portent le nom de *Campan*, d'aucun dépôt qui puisse appartenir au terrain houiller.

» Depuis la vallée de l'Adour jusqu'à celle de Mauléon, nouvelle lacune par l'interruption du grès rouge. C'est alors le calcaire jurassique qui repose sur les roches devoniennes. Il en est ainsi dans le bassin d'Argelès (vallée de Lavedan) et au-dessous de Laruns (vallée d'Ossau), et enfin dans la vallée d'Aspe à Bédous.

» La bande rouge reparaît près de Larrau, d'où elle s'étend, à l'ouest, en prenant une largeur très-considérable, notamment dans la vallée de

Baigorry (Val-Rouge), où son contact avec des calcaires qui m'ont offert des fossiles devoniens est une preuve manifeste de l'absence du terrain houiller.

» Enfin le même grès prend, à l'extrémité occidentale de la chaîne, un développement magnifique en formant la montagne de la Rhune, et c'est là seulement, et surtout dans la montagne d'Ibautelli, qui fait partie de la crête basse où se termine le faîte des Pyrénées, que l'on voit s'intercaler entre le grès rouge et des schistes considérés comme devoniens l'assise houillère tout exceptionnelle qui a été signalée au commencement de cette Note. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Recherches sur le climat de l'isthme de Suez.* Note de **M. G. Rayet**, présentée par M. Le Verrier.

« La météorologie de l'Égypte est aujourd'hui encore peu connue. A la vérité des observations barométriques et thermométriques soignées ont été recueillies pendant trois années (1799-1801) au Caire, lors de l'occupation française de ce pays; mais pour les autres points nous en sommes réduits à des observations faites dans le seul but d'études médicales à des heures quelquefois mal choisies avec des instruments et dans des conditions qui peuvent souvent faire douter de leur exactitude.

» Depuis les premiers mois de 1866 trois observatoires météorologiques ont été établis le long du canal maritime de Suez par les soins de M. de Lesseps. Les stations choisies sont : Port-Saïd, sur les bords de la Méditerranée; Ismaïlia, au milieu de l'isthme et sur la côte nord du lac Timsah, et enfin Suez, sur la mer Rouge et au fond du golfe du même nom. Les instruments, baromètres, thermomètres, psychromètres et pluviomètres, étudiés et vérifiés à Paris avant leur expédition en Égypte, ont été installés par MM. les Ingénieurs du Canal dans des conditions bien déterminées et propres à assurer l'exactitude des observations. La position de ces divers instruments se trouve minutieusement indiquée dans notre Mémoire. Dans les trois stations il est fait 6 observations trihoraires de 6 heures du matin à 9 heures du soir.

» Les observations résumées dans notre travail comprennent une période de deux années, du 1er juin 1866 au 31 mai 1868. Les phénomènes climatériques de l'Égypte sont fort réguliers, en sorte que la discussion des mesures faites dans cette période doit donner des résultats très-rapprochés de la vérité. En outre, le climat de l'isthme de Suez paraît subir une légère trans-

formation, ayant pour cause l'arrivée de la mer dans le lac Timsah et dans le bassin des Lacs amers, et la création de deux immenses nappes d'eau dans une région où il n'existait, il y a quelques années, que quelques bas-fonds où l'eau du Nil arrivait à l'époque des crues exceptionnelles. Cette modification est déjà devenue sensible à plusieurs égards. D'après l'ensemble des témoignages recueillis sur les lieux mêmes auprès des anciens employés de la Compagnie de Suez, les pluies sont aujourd'hui beaucoup plus fréquentes qu'il y a cinq ou sixans, et des brouillards épais se produisent fort souvent le long du canal. Je ne puis oublier que le 1er octobre dernier, naviguant sur le lac Timsah, nous avons vers le lever du soleil rencontré un brouillard qui aurait pu rivaliser avec ceux de Paris ou de Londres.

» Le caractère le plus frappant du climat de l'Égypte, celui qui en fait le mieux ressortir la physionomie, est la prédominance bien tranchée des vents de la région nord sur les vents de toutes les autres directions. Les trois stations présentent d'ailleurs à cet égard quelques différences. A Port-Saïd, les vents inclinent fréquemment vers l'O. et atteignent même assez souvent le S.-O.; le phénomène est surtout sensible en hiver. A Ismaïlia, les vents régnants sont compris entre l'O., le N. et le N.-N.-E. Dans la mauvaise saison, le vent souffle quelquefois du S.-O.; en été, le vent est, sans exception, compris entre le N.-N.-O. et le N.-N.-E. Par le régime des mouvements de l'air, Suez se rapproche beaucoup d'Ismaïlia; cependant le voisinage de la mer soumet cette ville à l'influence de quelques brises de mer qui soufflent alors des régions sud.

» Comme conséquence de ce régime des vents nous devons signaler la grande pureté du ciel et la faible humidité de l'air.

» A Ismaïlia, et pendant les trois mois d'hiver, on compte à peine une douzaine de jours de ciel complètement couvert; en général le ciel y est nuageux ou peu nuageux. En été, il n'y a pas un seul jour couvert, et pendant trente ou trente cinq jours presque consécutifs, le ciel reste imperturbablement beau et sans nuages d'une étendue appréciable.

» A Suez, dans la même période de trois mois d'été, on ne compte pas moins de soixante-quinze jours de beau temps absolu. En hiver, le nombre de jours couverts est en moyenne de deux.

» Port-Saïd possède un ciel variable; les nuages y sont fréquents, mais en général se dissipent rapidement.

» L'humidité relative moyenne de l'air est très-faible dans les trois stations du Canal, et va en diminuant si l'on passe de Port-Saïd à Ismaïlia et

Suez; elle décroît en même temps que la sérénité du ciel devient plus grande.

» L'étude des variations annuelles ou diurnes de la température conduit à certaines conséquences intéressantes.

» La température moyenne annuelle est plus élevée à Suez qu'à Port-Saïd, comme cela doit résulter de la position plus équatoriale de la première station; mais cet excès thermométrique provient de la chaleur très-grande des mois d'été, car en hiver il fait plus froid à Suez qu'à Port-Saïd. La sérénité constante du ciel permet des minima relativement fort bas, et la température moyenne du jour s'en trouve abaissée d'autant; à Port-Saïd, au contraire, le rayonnement est plus faible et les températures moins extrêmes. Dans notre travail nous nous sommes appliqué à faire ressortir le caractère continental et extrême des climats des deux stations de Suez et d'Ismaïlia, et, au contraire, le caractère marin du climat de Port-Saïd. La gelée ou la formation de la glace est inconnue sur les bords de la Méditerranée, tandis que, tous les ans, il gèle de deux à trois fois à Ismaïlia et à Suez; la glace se forme d'ailleurs par suite du refroidissement dû à une évaporation active et à un rayonnement considérable; car, dans les mêmes circonstances, le thermomètre placé à 2 mètres ou $2^m,50$ au-dessus du sol descend à 3 ou 4 degrés seulement.

» Nous réunissons dans le tableau suivant les éléments numériques les plus importants du climat des trois stations de l'isthme de Suez :

Mois.	Port-Saïd. Moyennes diurnes.			Ismaïlia. Moyennes diurnes.			Suez. Moyennes diurnes.		
	Baromètre.	Thermomètre.	Psychromètre.	Baromètre.	Thermomètre.	Psychromètre.	Baromètre.	Thermomètre.	Psychromètre.
	mm	°		mm	°		mm	°	
Janvier....	764,02	14,10	0,74	763,55	12,94	0,76	764,41	13,52	0,69
Février....	64,60	13,48	0,72	63,99	12,55	0,74	65,21	13,06	0,64
Mars......	60,29	17,01	0,70	59,59	17,54	0,70	60,41	17,57	0,60
Avril.....	60,69	18,26	0,69	59,96	19,14	0,63	60,43	19,08	0,57
Mai......	59,62	22,35	0,71	59,36	23,10	0,61	59,51	23 36	0,49
Juin......	58,27	25,03	0,72	57,46	26,41	0,58	58,56	26,02	0,52
Juillet.....	56,21	27,85	0,72	55,15	28,10	0,59	56,57	28,38	0,49
Août......	56,86	27,00	0,72	55,62	27,51	0,63	57,19	27,74	0,54
Septembre.	59,35	25,54	0,70	58,10	25,72	0,69	59,29	25,98	0,59
Octobre....	61,61	22,35	0,70	61,07	22,22	0,71	61,95	22,75	0,59
Novembre..	63,31	18,54	0,71	63,06	17,36	0,73	64,01	18,38	0,69
Décembre..	63,17	14,49	0,74	62,60	13,89	0,77	63,79	14,25	0,72
Moyenne..	760,67	20,50	0,71	759,96	20,52	0,68	760,94	20,85	0,59

» L'altitude de la cuvette du baromètre est :

De $3^m,07$, à Port-Saïd ; de $7^m,69$, à Ismaïlia ; de 6 mètres, à Suez.

» Les observateurs ont été, pendant toute la période comprise dans notre travail : à Port-Saïd, M. Vabre ; à Ismaïlia, M. A. Gepek ; à Suez, les employés de la station télégraphique. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Annonce des tempêtes*. Lettre de **M. A. Coumbary** à M. Le Verrier.

« Constantinople, le 14 avril 1869.

» Les avantages de la télégraphie météorologique ont été mis en évidence d'une manière toute particulière à l'occasion des grandes tempêtes qui, durant le mois de mars, ont bouleversé l'atmosphère. Les avis que nous adressait l'Observatoire de Paris sur l'arrivée des grandes tempêtes des premiers jours de mars, ainsi que sur celle du 21, se sont réalisés en tous points et exactement. Ainsi, une dépêche de l'Observatoire impérial de Paris nous avertissait, dès le 26 février, que les mauvais temps menaçaient d'envahir la mer Noire ; la dépêche du 28 annonçait qu'il était probable que des vents forts d'entre S.-O. et N.-O. souffleraient dans l'Adriatique ; effectivement, douze heures après le reçu de la dépêche, le vent de S.-O. violent a soufflé à Durazzo ; il sauta après au N.-E., tout en conservant sa force ; ensuite, et progressivement, la tempête a envahi toutes nos régions jusqu'au golfe Persique.

» La dépêche du 20 mars nous avertissait que des gros temps étaient probables pour l'Adriatique et le sud-est de l'Europe, et que les gros temps seraient amenés par des vents d'entre S.-O. et N.-O. Or les 21, 22 et 23, la tempête est générale sur la Turquie ; elle est violente à Constantinople, où elle cause des dégâts ; le vent souffle du S.-O. avec violence, succédant à un vent de S.-E. très-fort.

» Comme résultat de la science, les prévisions que nous a adressées l'Observatoire de Paris doivent être signalées d'une manière toute spéciale. Sous le rapport des prévisions, la Turquie, par sa position géographique, profitera tout particulièrement ; car les tempêtes qui abordent l'Europe occidentale mettent, pour nous parvenir, un temps relativement si long qu'on a, pour prendre des précautions, tout le loisir désirable. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Note sur les diverses apparences qu'a successivement présentées l'aurore boréale du 15 avril 1869*; *par* **M. J. Silbermann**, présentée par M. Ch. Sainte-Claire Deville.

« Les 12 et 13 avril avaient été brumeux à l'horizon et d'une chaleur accablante. Le 14, l'atmosphère était, au contraire, d'une limpidité parfaite. Vers 2 heures, le temps devient très-lourd et tout semble présager un orage. Les viandes se décomposent rapidement. Mais la soiré redevient sereine.

» Le 15, au matin, même limpidité extraordinaire de l'atmosphère : vers 3^h45^m du soir, des nuées d'aspect orageux se forment au S.-O., par un vent faible, et descendent au N.-E., sans éclairs et sans pluie. A 7^h45^m, les nuages disparaissent entièrement; les couleurs crépusculaires sont très-vives, surtout le rouge.

» A 8^h10^m, commence l'aurore boréale. Je mets sous les yeux de l'Académie six dessins au pastel, dans lesquels j'ai cherché à reproduire les six principales phases du phénomène, telles qu'elles m'ont apparu.

» *Première phase.* — Au début, le rouge domine, surtout au nord; il est très-vif et occupe une grande superficie. Vers le milieu de l'apparition, il y a quatre grandes colonnes verticales, blanches et lumineuses.

» *Deuxième phase.* — De 8^h40^m à 9^h49^m, minimum d'éclat. A 8^h40^m, le rouge a disparu (1). Il n'y a plus que des bandes blanches, mais faibles, de lumière. Elles se raccourcissent de plus en plus; ce sont plutôt des plaques aurorales que des colonnes ou faisceaux lumineux.

» A 8^h49^m, la lueur est extrêmement faible, et elle semble se déplacer en allant du N.-O. vers le N.

» A 9 heures, encore très-faible.

» A 9^h39^m, le foyer est très-bas.

» Le phénomène consiste en une bande étroite, composée de lueurs ou facules s'éteignant et se rallumant rapidement; c'est ce que les Canadiens appellent *marionnettes* ou *joyeux danseurs*. Par ci, par là, quelques-unes de ces lueurs s'allongent par en haut en colonnes de dimensions diverses.

» *Troisième phase.* — De 9^h49^m à 10^h20^m. Période de minimum en éten-

(1) N'apercevant, de mon point d'observation, que 70 ou 80 degrés au-dessus de l'horizon, je ne puis affirmer que la lueur rouge ne fût pas visible près du zénith.

due verticale. Mais les lueurs sont vives, immédiatement au-dessus du segment obscur. Elles sont blanchâtres et très-agitées.

» Lors de l'aurore boréale du 29 août 1859 (dont je mets sous les yeux de l'Académie les principales phases reproduites par moi), c'est pendant cette phase que les lignes magnétiques ont présenté les plus grandes perturbations.

» *Quatrième phase.* — De $10^h 22^m$ à $10^h 49^m$. Le phénomène reprend toute sa magnificence; une multitude de colonnes lumineuses s'étalent de l'O.-N.-O. au N. et même un peu au N.-N.-E.; l'aspect présente quelque analogie avec un rideau à plis verticaux ondoyants.

» A $10^h 36^m$, les colonnes ont disparu au N., il n'y en a plus que du N.-N.-O. à l'O.-N.-O., mais le phénomène est encore vif par ses lueurs, tantôt d'un blanc plus ou moins faible, tantôt virant légèrement au jaune ou au vert.

» *Cinquième phase.* — Une gerbe ou colonne commence de nouveau à paraître au N., puis aussitôt elle pâlit, s'affaiblit de plus en plus jusqu'à $10^h 49^m$ (1); il n'y a plus alors que de faibles lueurs. A $10^h 58^m$, il y a encore quelques lueurs faibles divergentes ayant leur point de rencontre au-dessous de l'horizon.

» *Sixième phase.* — A $11^h 16^m$, le phénomène disparaît d'une façon singulière. On croit encore voir les colonnes de l'aurore, mais les étoiles sont occultées et l'on reconnaît que ce sont des cirrus étalés en éventails qui ont pris la place de l'aurore, ces cirrus ayant leur centre respectif de rencontre situé au N.

» Entre 1 heure et 2 heures du matin, ce cirrus dépasse le zénith, il en tombe une bruine très-fine; en étendant le revers de la main hors de la fenêtre, on sent un picotement de froid; par moments il y avait quelques scintillements microscopiques dans les couches d'air rapprochées, c'est comme une bruine de petits cristaux de glace. Après cette bruine très-fine froide, il tombe une bruine à petites gouttes d'eau de plus en plus volumineuses (2).

---

(1) Ce déplacement alternatif de la région maximum de l'aurore est rendu sensible par sa position relative avec la constellation de Cassiopée, que j'ai indiquée sur mes divers dessins.

(2) Ce phénomène d'une pluie de petits cristaux glacés avait été déjà observé par moi le 30 avril 1865, à 6 heures du soir. La ville de Paris se trouvait au milieu d'un cirrus à fibres verticales, rappelant celles de l'amiante, et plus ou moins ondulées. C'était une pluie de petits prismes scintillant à la lumière. On entendait un bruissement ou un cliquetis cré-

» A 4 heures du matin, le même cirrus de la fausse aurore existait encore, mais déformé vers le haut et présentant un aspect floconneux.

» Une remarque intéressante, c'est que je n'ai vu ces cirrus venir remplacer l'aurore, ni de droite, ni de gauche : ils semblent se substituer à elle, comme dans un lent changement à vue de diorama.

» Je dirai, en terminant, que, entre 9 heures et $10^h 20^m$, j'ai vu passer deux étoiles filantes blanches, allant de l'O. à l'E., à une hauteur de 25 à 30 degrés au-dessus de l'horizon nord. L'une et l'autre couraient parallèlement à l'horizon. »

M. Ch. Sainte-Claire Deville communique l'extrait d'une Lettre de *M. Robert Scott*, directeur du *Meteorological Survey*, qui transmet l'observation de l'aurore boréale du 15 avril, faite à Liverpool par *MM. W. Rundell* et *Hartmuss*. Le phénomène a été brillant, mais sans rien présenter de particulier. Vers $11^h 30^m$, le ciel s'est complétement couvert de nuages.

Le même Membre ajoute que *M. Lamont*, dans une Lettre adressée au Secrétaire de la Société Météorologique, annonce aussi l'apparition de l'aurore boréale à Munich; mais, le ciel étant nuageux, elle n'a été qu'en partie visible, et l'on n'a pas pu faire d'observations particulières.

« C'était, néanmoins, ajoute M. Lamont, l'apparition la plus brillante » que j'aie jusqu'ici observée à Munich, où les aurores boréales sont très-» rares. Dans nos observations magnétiques, il se manifeste l'influence or-» dinaire des aurores boréales, et particulièrement une diminution de l'in-» tensité horizontale et un accroissement correspondant de l'inclinaison, » qui ont continué pendant deux jours. J'ai aussi, dès le matin du 15 avril, » remarqué des mouvements extraordinaires des courants terrestres, sur-» tout dans une ligne télégraphique de 3 kilomètres de longueur, que l'Ad-» ministration des Télégraphes a, depuis peu, mise à ma disposition. »

M. Gaiffe adresse à l'Académie la description de quelques dispositions spéciales qui lui ont permis de rendre pratique l'usage de la pile à chlorure d'argent :

« ...... Cette pile, renfermée dans un étui de caoutchouc durci, hermétiquement clos, peut remplacer avantageusement les appareils si volumineux, dits à courant continu, qui sont employés ordinairement dans la pratique médi-

---

pitant. En étendant le revers de la main, on éprouvait un picotement dû au froid, et l'on distinguait les prismes qui tombaient et fondaient aussitôt.

cale. Une batterie de quarante-deux couples au chlorure d'argent, correspondant, comme force électromotrice et comme intensité, à trente-quatre des couples au sulfate de cuivre de Remack, a le volume et le poids d'un seul de ces derniers. (Une batterie de vingt-quatre couples, en service depuis le 1er mars à l'hôpital Beaujon et depuis quelques jours seulement à l'Hôtel-Dieu, a fourni douze heures de travail environ, et n'a pas dépensé le quart de sa charge, à cause de la résistance du chemin qu'on lui a donné à franchir.)

» Employée directement, elle peut rendre de grands services pour enflammer les mines, les torpilles, etc., etc. Attelée à une bobine de Ruhmkorff, elle peut encore servir aux inflammations; elle peut remplacer l'électrophore des laboratoires de chimie. Enfin, son emploi est indiqué dans tous les cas où un avertisseur électrique peut signaler un accident ou un danger prévu. »

M. **Lecoq de Boisbaudran** adresse, à l'occasion d'une communication récente de *M. Dubrunfaut* sur la sursaturation, la surfusion et la dissolution, une Note dans laquelle il discute les points principaux qui ont été énoncés dans cette communication :

« ..... M. Dubrunfaut admet, en particulier, que le sulfate de soude en dissolution existe sous la forme $NaO, SO^3 + 7HO$. J'admets, au contraire, que le sel dissous ne se trouve pas plus avec 7 équivalents d'eau qu'avec 10, ou qu'à l'état anhydre; mais qu'il se trouve sous tous ces états, et sous tous ceux, connus ou non, dont l'existence est possible. La coexistence de plusieurs hydrates dans une solution n'est pas plus difficile à comprendre que les phénomènes de dissociation ou l'équilibre des réactions éthérées..... »

A 5 heures et demie, l'Académie se forme en comité secret.

La séance est levée à 6 heures un quart. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 3 mai 1869, les ouvrages dont les titres suivent :

Notice sur P. Berthier, Membre de l'Institut, Inspecteur général des Mines; par M. DAUBRÉE, Membre de l'Institut. Paris, 1869; br. in-8°.

Projet de navires de mer à tourelles; par M. le Vice-Amiral PÂRIS, Membre de l'Institut. Paris, 1869; in-4° avec trois grandes planches.

Tableaux de population, de culture, de commerce et de navigation formant, pour l'année 1866, *la suite des tableaux insérés dans les Notices statistiques sur les colonies françaises.* Paris, 1868; in-8°.

Service municipal des travaux publics. Service d'essai des travaux d'égout. Compte rendu des essais d'utilisation et d'épuration; par MM. MILLE *et* A. DURAND-CLAYE. Paris, 1869; in-4°, autographié, avec atlas de 7 planches in-folio chromolithographiées. (Présenté par M. Dumas.)

Mémoires de la Société d'Agriculture, Sciences, Belles-Lettres et Arts d'Orléans, 2e série, t. XII, nos 1 et 2, 1869, 1er et 2e trimestres. Orléans, 1869; in-8°.

Une épidémie de peste en Mésopotamie en 1867; *par* M. le Dr THOLOZAN. Paris, 1869; br. in-8°.

État hygiénique des lycées de l'Empire en 1867. *Extrait du Rapport présenté à S. Exc. le Ministre de l'Instruction publique par* M. le Dr VERNOIS. Paris, 1868; in-8°.

Annales et archives de l'industrie au XIXe *siècle; par* M. E. LACROIX, t. VIII, 39e fascicule. Paris, 1869; in-8°.

Extrait d'un Rapport adressé à S. Exc. M. le Ministre de l'Instruction publique sur les études médicales en Allemagne; par M. le Dr J.-L. PREVOST (de Genève). Paris, 1868; br. in-8°.

Salubrité publique. Mémoire sur un projet d'épuration des eaux de la ville de Reims au moyen des procédés de MM. J. Houzeau et E. Devedeix, exploités par MM. HOUZEAU, DEVEDEIX *et* J. HOLDEN. Paris, sans date; br. in-8°. (Présenté par M. Jamin.)

Études chimiques et médico-légales sur le phosphore; par MM. O. HENRY fils *et* A. CHEVALLIER fils. Paris, 1857; br. in-8°.

Mémoire sur les allumettes chimiques préparées avec le phosphore ordinaire; par M. A. CHEVALLIER. Paris, 1861; br. in-8°.

Notice historique et chronologique sur l'innocuité du phosphore rouge introduit dans l'économie animale; par M. A. CHEVALLIER. Paris, 1856; br. in-8°.

Sur la nécessité, dans un but de sécurité publique, d'interdire la fabrication des allumettes chimiques avec le phosphore ordinaire; par M. CHEVALLIER père *et* M. A. POIRIER. Paris, sans date; opuscule in-8°.

Ces quatre derniers ouvrages sont adressés par M. Chevallier au Concours des Arts insalubres, 1869.

Les Merveilles de la Science, ou Description populaire des inventions modernes; par M. Louis FIGUIER, 30e série. Paris, 1869; grand in-8° illustré.

Sauvetage des incendiés; par M. CHARRIÈRE. Paris, 1869; br. in-8°.

Principe universel de la vie, du mouvement et de l'état de la matière; par M. P. TRÉMAUX. Paris, sans date; in-12.

Société impériale d'Agriculture, Histoire naturelle et Arts utiles de Lyon. Comptes rendus des séances, t. II, n° 2, 4e série. Lyon, 1869; in-8°.

Nouveau système d'Arithmétique et de Géométrie; par M. J. LACOMME. Bordeaux, 1867 et 1869; 2 br. in-8°.

Bulletin de la Société impériale des Naturalistes de Moscou, publié sous la direction du Dr RENARD, 1868, n° 2. Moscou, 1868; in-8° avec planches.

Transactions... *Transactions de la Société royale des Sciences et Arts de Maurice*, nouvelle série, t. III. Maurice, 1868; in-8°.

L'Athenæum, janvier et février 1869. Londres, 1869; 2 brochures in-4°.

Transactions... *Transactions de la Société botanique*, t. IX, 2e partie. Édimbourg, 1868; in-8°.

Proceedings... *Procès-verbaux de la Société royale d'Édimbourg*, t. VI, 1867-1868. Édimbourg, 1869; in-8°.

Transactions... *Transactions de la Société royale d'Édimbourg*, t. XXV, 1re partie, session 1867-1868. Édimbourg, 1869; in-4° avec planches.

Dimostrazione... *Démonstration d'une formule de Leibnitz et Lagrange; par* M. A. GENOCCHI. Turin, 1869; br. in-4°.

Ricerche... *Recherches de chimie minéralogique; par* M. A. COSSA. Turin, 1869; br. in-8°.

Nova acta regiæ Societatis Scientiarum Upsaliensis, seriei tertiæ, vol. VI, fasc. II, 1868. Upsaliæ, MDCCCLXVIII; in-4°.

Upsala... *Mémoires publiés par l'Université d'Upsal*, années 1866 et 1867. Upsal, 1866 et 1867; 2 vol. in-8°.

Die... *Le développement de la loi du monde; par* M. G. RECHT. Munich, 1869; br. in-8°.

Sur le choléra asiatique; par M. DE CIGALLA. Sira, 1868; in-8° en langue grecque. (Présenté par M. Brunet de Presle.)

PUBLICATIONS PÉRIODIQUES REÇUES PAR L'ACADÉMIE PENDANT LE MOIS D'AVRIL 1869.

Annales de l'Agriculture française; 15 et 30 mars 1869; in-8°.

Annales de la Société d'Hydrologie médicale de Paris, 5e livraison; 1869; in-8°.

Annales de l'Observatoire Météorologique de Bruxelles; n° 3, 1869; in-4°.

Annales du Génie civil; avril 1869; in-8°.

Annuaire de la Société Météorologique de France; feuilles 6 à 12, 1869; in-8°.

Atti dell' imp. reg. Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti. Venise, t. XIV, 3e cahier, 1869; in-4°.

Bibliothèque universelle et Revue suisse. Genève, n° 136, 1869; in-8°.

Bulletin de l'Académie impériale de Médecine; nos des 31 mars et 15 avril 1869; in-8°.

Bulletin de l'Académie royale de Médecine de Belgique, n° 2, 1869; in-8°.

Bulletin de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique; n° 3, 1869; in-8°.

Bulletin de la Société académique d'Agriculture, Belles-Lettres, Sciences et Arts de Poitiers; nos 132 à 134, 1869; in-8°.

Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale; février 1869; in-4°.

Bulletin de la Société de Géographie; février 1869; in-8°.

Bulletin de la Société française de Photographie; avril 1869; in-8°.

Bulletin de la Société Géologique de France; n° 1er, 1869; in-8°.

Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse; février et mars 1869; in-8°.

Bulletin des séances de la Société impériale et centrale d'Agriculture de France; nos 2 et 3, 1869; in-8°.

Bulletin de Statistique municipale, publié par les ordres de M. le Baron HAUSSMANN ; novembre et décembre 1868; in-4°.

Bulletin général de Thérapeutique; 15 et 30 avril 1869; in-8°.

Bulletin hebdomadaire de l'Agriculture; n^{os} 15 à 18, 1869; in-8°.

Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze matematiche et fisiche; novembre 1868; in-4°.

Bullettino meteorologico del R. Osservatorio del Collegio Romano, n° 3, 1869; in-4°.

Catalogue des Brevets d'invention; n° 10, 1869; in-8°.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences; n^{os} 14 à 17, 1er semestre 1869; in-4°.

Cosmos; n^{os} des 3, 10, 17, 24 avril 1869; in-8°.

Gazette des Hôpitaux; n^{os} 40 à 51, 1869; in-4°.

Gazette médicale de Paris; n^{os} 15 à 18, 1869; in-4°.

Il Nuovo Cimento... *Journal de Physique, de Chimie et d'Histoire naturelle*, mars, 2^{e} série, t. I, 1869; in-8°.

Journal d'Agriculture pratique; n^{os} 14 à 17, 1869; in-8°.

Journal de Chimie médicale, de Pharmacie et de Toxicologie; avril 1869; in-8°.

Journal de l'Agriculture, n° 67, 1869; in-8°.

Journal de la Société impériale et centrale d'Horticulture; mars 1869; in-8°.

Journal de l'Éclairage au Gaz; 18^{e} année, n° 2, 1869; in-4°.

Journal de Mathématiques pures et appliquées; février 1869; in-4°.

Journal de Médecine de l'Ouest; 31 mars et 30 avril 1869; in-8°.

Journal de Pharmacie et de Chimie; avril 1869; in-8°.

Journal des Connaissances médicales et pharmaceutiques; n^{os} 10 à 12, 1869; in-8°.

Journal des Fabricants de Sucre; 10^{e} année, n^{os} 1 à 3, 1869; in-fol.

Kaiserliche... *Académie impériale des Sciences de Vienne;* n^{os} 8 et 9, 1869; in-8°.

(*La suite du* Bulletin *au prochain numéro.*)

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 10 MAI 1869.

PRÉSIDENCE DE M. CLAUDE BERNARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CONSTRUCTION NAVALE. — *Note sur des navires de mer à tourelles; par* **M. Ed. Pâris.**

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie le modèle et les plans que j'ai exécutés, ainsi que les calculs nécessaires, dans le but d'utiliser ce que l'Exposition nous a montré en fait de navires cuirassés, et surtout ce que les monitors ont prouvé lorsque, sortis de leurs rivières, ils ont osé traverser l'Océan et contourner leur continent pour se rendre à San-Francisco. Ces études m'ont paru d'autant plus nécessaires que, malgré tout ce qu'ils ont de remarquable, les cuirassés actuels ont des mouvements de roulis qui les empêchent d'employer leurs canons avec des mers modérées et qui découvrent la carène non cuirassée à chaque roulis. Des hommes projetés par les roulis ont été blessés et ont même succombé; l'eau a passé par-dessus le bastingage, et des canots ont été emportés par des temps qui n'auraient causé aucun dommage aux anciens navires. Il n'est donc pas étonnant qu'après avoir cru qu'il était utile d'en revenir à la rentrée des vieux vaisseaux (*voir* séance du 14 décembre 1863), j'ai cherché à m'appuyer sur le fait reconnu maintenant du peu de roulis des monitors et qu'en

(1) Cette communication, faite à l'Académie dans la séance du 3 mai, a été reportée au *Compte rendu* actuel.

essayant de me rendre compte des causes de cette propriété précieuse, j'ai tenté d'utiliser les qualités de ces navires, si remarquables à certains égards, afin d'en faire profiter ceux destinés à la haute mer. Puisqu'il est avéré par les traversées du *Miantonomoah* et du *Kalamazoo* que ces navires ont des roulis qui s'étendent à peine au tiers de ce qu'étaient ceux des navires qui les accompagnaient, il semble que le plus naturel serait d'adopter les monitors. Mais leurs prouesses en s'aventurant au large pendant l'été ne sont pas plus une preuve qu'ils peuvent le faire en tout temps, que le trajet du *Red, white and blue* ou du radeau fait avec des outres de toile caoutchoutée, et une marine composée de monitors serait souvent réduite à l'inaction ou menacée du sort de l'*Armada*. Le premier monitor coulant par un temps maniable, et le *Wechawkee*, ainsi que l'*Affondatore*, périssant en rade, pour avoir voulu respirer après un combat, sont des faits qu'il ne faut pas oublier. Rendre le monitor aussi sûr à la mer que les autres navires et en faire une habitation salubre, afin de n'être pas forcé de changer souvent l'équipage, sont donc les questions que je me suis posées en cherchant à utiliser un peu d'habitude de la mer et ce que l'Exposition pouvait inspirer.

» Je suis arrivé ainsi à combiner une sorte de navire plat, bas et large comme un monitor, sur lequel serait établi un navire étroit, mais aussi élevé sur l'eau que celui de construction ordinaire. En plaçant les tourelles en dessus, le feu de leurs canons se trouve aussi dégagé sur tout l'horizon que celui des monitors; il présente de plus l'avantage d'être à 5 et 6 mètres au-dessus de l'eau, et par suite plus hors de l'atteinte des vagues; car ce n'est point la forme ronde qui préserve de l'invasion de l'eau par les sabords, c'est l'élévation; et les monitors ne se serviraient pas plus de leurs canons que les autres navires, quoiqu'ils aient l'avantage de les avoir plus éloignés du bord. Il résulte de la disposition proposée que le navire étroit et supérieur présente un vaste logement aussi aéré que sur un autre bâtiment, et que cette sorte de construction supplémentaire est assez haute et assez large aux extrémités pour ne pas être plus exposée à embarquer de la mer en luttant contre le vent et les vagues. Ses côtés se prolongeant jusqu'en bas, forment deux poutres rigides, comme celles d'un pont, et je propose de les faire en treillis, ainsi que les deux cloisons transversales servant à porter les tours sur cette sorte de croix et à en distribuer le poids considérable sur toute la coque du navire. De plus, en mettant une tôle mince entre les branches du treillis, on obtient des cloisons étanches qui, par leur disposition, présentent la meilleure défense

contre l'éperon, en forçant ce dernier à s'affaiblir encore pour s'allonger et parvenir, s'il le peut, au navire intérieur. Cette disposition a paru être la meilleure contre les effets encore incertains de l'éperon, car on a des faits opposés qui font douter de cette arme. Le *Ré d'Italia*, immobile, a bien été coulé par le *Ferdinand-Max;* mais l'*Amazone*, corvette de 400 chevaux, a coulé elle-même vingt minutes après avoir coupé en deux l'*Osprey*, petit paquebot de 100 chevaux. Mais ce ne sont point ces détails de construction qui constituent en réalité ce que je propose; ce sont les conditions de stabilité qui, entièrement différentes de celles en usage, promettent de ne pas plus rouler que les monitors. Car ceux-ci ressemblent, ainsi que les navires proposés, à un canot plein d'eau ou à un glaçon, qui n'est que de l'eau solidifiée et pesant un peu moins; mais qui, sur une mer agitée, *en suit les mouvements sans les dépasser*, tandis que les navires ordinaires, et notamment ceux à muraille droite, ont des amplitudes beaucoup plus grandes et des mouvements exagérés. Pour me rendre compte de ces conditions spéciales de stabilité, j'ai calculé celle d'un monitor à diverses inclinaisons, et j'ai vu que cette stabilité dépassait de beaucoup celle de tout autre navire lorsque le monitor est droit; mais que, s'il incline au point d'immerger son côté, elle diminue subitement et ne ferait que décroître à mesure que l'eau s'étendrait davantage sur le pont. Il en résulte qu'un navire ordinaire rasé près de l'eau comme un monitor serait très-dangereux, en ce qu'il a peu de stabilité lorsqu'il est droit. Pour le bâtiment à côtés verticaux, les conditions sont diverses. Sa stabilité modérée quand il est droit augmente toujours avec l'inclinaison, et si c'est la mer qui s'incline, elle prend une énergie toujours croissante pour faire dévier le navire et le pousser d'une extrémité à l'autre des angles du roulis, parce qu'au milieu il n'y a pas d'arrêt. Le monitor, au contraire, est comme collé à la mer, puisqu'il a une si grande stabilité sur la surface de l'eau et qu'elle disparaît dès qu'il la quitte. Mais quoiqu'on ne veuille pas faire des clippers avec les cuirassés, il leur faut un peu de voiles, et quand même le monitor aurait un pont supérieur pour manœuvrer, il inspirerait des craintes, en ce qu'il n'a que la stabilité de l'obélisque. Avec le navire intérieur proposé, il n'en est pas de même. S'il est monitor quand les vagues sont en mouvement ou s'il incline, c'est pour redevenir navire ordinaire lorsque le milieu est entré dans l'eau, et il représente un navire à rentrée très-exagérée et subite. Les chiffres suivants sont établis pour montrer ce que je viens de dire, et ils sont relatifs au plus grand de mes tracés en lui supposant une voilure de 3000 mètres carrés, comme à un trois-ponts; ils montrent donc comment la stabilité sous voiles varie suivant les inclinaisons :

DÉSIGNATION des inclinaisons.	Tirant d'eau du point le plus bas à la flottaison.	Déplacement de carène P.	DISTANCE du centre de carène. à la flottaison.	au plan longitudinal.	Hauteur du métacentre au-dessus du centre de carène ρ.	Hauteur du centre de gravité à la flottaison : + au-dessus, — au-dessous.	Hauteur du centre de gravité au-dessus du centre de carène a.	Valeur de $\rho - a$.	Moment de stabilité M.	Moment de voilure M'.	Valeur de $\frac{M}{M'}$.
	m	tonn.	m	m	m			m			
Le navire droit.	6,750	8368	2,875	0,0	5,85	—0,58	2,30	3,55	29716	72766	0,408
Incliné de 5°..	6,765	"	2,90	0,42	4,05	—0,60	2,31	1,74	14560	"	0,209
Incliné de 10°..	6,795	"	2,95	0,73	3,40	—0,62	2,335	1,065	8912	"	0,106
Incliné de 15°..	6,840	"	3,03	1,02	3,30	—0,65	2,375	0,925	7740	"	0,092
Incliné de 20°..	6,92	"	3,12	1,29	3,48	—0,70	3,415	1,085	9079	"	0,107

Le centre de voilure est supposé à 26^m,20 au-dessus de la flottaison.

» Pour comparer la stabilité des nouveaux navires à une charge moyenne avec celle des anciens, j'ai établi la table suivante en comparant ce qui se passe à diverses inclinaisons, avec ce que M. de Fréminville donne dans le *Guide du Marin*.

NOMS DES NAVIRES.	VALEUR de $\frac{M}{M'}$, pour les navires indiqués.	RAPPORT DU TRACÉ N° 1 à chacun des navires désignés pour les inclinaisons de droit.	5 degrés.	10 degrés.	15 degrés.	20 degrés.
		fois	fois	fois	fois	fois
Breslaw, 100 canons, complétement armé.........	0,082	5	2,55	1,29	1,12	1,30
Après consommation.......	0,059	6,9	3,54	1,8	1,55	1,84
Tage, 90 canons, complétement armé.............	0,096	4,25	2,37	1,11	0,95	1,12
Après consommation......	0,078	5,1	2,69	1,36	1,18	1,37
Breslaw, complétement armé	0,076	5,37	2,75	1,40	1,21	1,41
Alceste, de 52 canons, complétement armé.........	0,067	6,09	3,12	1,58	1,37	1,60
Après consommation.......	0,053	7,59	3,94	2,00	1,73	2,00
Jeanne d'Arc, 44 canons, complétement armée	0,063	6,47	3,31	1,68	1,46	1,70
Après consommation.......	0,051	8,00	4,10	2,08	1,80	2,10
Eurydice, 30 canons, complétement armée........	0,077	5,30	2,71	1,37	1,195	1,39
Obligado, 10 canons, complétement armée.........	0,065	6,27	3,21	1,63	1,41	1,64
Après consommation.......	0,059	6,91	3,37	1,80	1,56	1,88

» On voit, d'après ces chiffres, qu'étant à une charge moyenne, les navires proposés auront jusqu'à huit fois la stabilité des anciens, lorsque les uns et les autres sont droits, et que ce n'est qu'à 15 degrés qu'ils en ont un peu moins que le *Tage* en pleine charge, mais pour se relever notablement à 15 degrés. Il n'y aurait donc rien à craindre à cet égard, d'autant que sur les navires actuels, réduits à de faibles équipages à cause du peu de canons, on n'embarquera pas des hommes pour la seule manœuvre d'une vaste voilure. De plus, en remplissant par une partie courbe l'angle formé entre le navire intérieur et le pont extérieur, on peut régler la stabilité comme on l'entend vers les inclinaisons qui paraîtraient dangereuses, et cela sans trop s'écarter des conditions du monitor. La seule différence avec ce dernier serait dès lors que les vagues, au lieu de passer librement d'un côté à l'autre, seraient arrêtées par le navire intermédiaire; mais de la sorte elles diminueraient plutôt le roulis en chargeant davantage le côté que la vague cherchait à élever. Je crois que cette disposition n'aurait d'autre inconvénient que de faire jaillir l'eau qui, en s'étendant sur cette plage latérale, rencontrerait subitement la muraille intérieure. Ces navires seraient moins exposés à la mer que ceux qui, tels que le *Captain*, ont leur plat-bord à $2^m,50$ audessus de l'eau, ce qui est suffisamment rapproché du navire ordinaire pour rouler autant que lui, mais pas assez pour préserver des vagues.

» Il me reste à dire que j'ai proposé la construction en fer parce qu'elle seule est assez solide pour résister à une forte impulsion, qu'elle est durable et plus sûre contre les projectiles, à cause des tôles intérieures qui ont été ajoutées, en Angleterre, à des navires en bois. J'ai adopté les hélices jumelles, parce qu'elles seules conviennent aux petits tirants d'eau des navires proposés, qui offrent l'avantage de passer des détroits et d'entrer dans des ports interdits aux navires calant $8^m,50$, 9 mètres, et même au delà. Les mâts en trépied du capitaine Coles sont aussi préférables en ce qu'ils dégagent l'horizon mieux que les six grands filets de haubans, et qu'en cas de chute ils n'exposent pas les ailes de l'hélice à enrouler des cordes. Enfin l'artillerie en tourelles est préférable à celle en batterie, en ce qu'elle agit dans tous les sens, ne présente les ouvertures du sabord qu'au moment de tirer et permet au navire de se placer obliquement pour augmenter l'épaisseur de sa cuirasse en raison du sinus de l'angle du choc des projectiles; tandis que le navire à batterie ne peut se servir de ses canons sans faire arriver les boulets normalement à sa cuirasse et sans présenter l'ouverture maximum de ses sabords. Le *Tamandare*, navire à réduit central, l'a prouvé au Paraguay en perdant beaucoup de monde,

tandis que les monitors avaient leurs canonniers préservés. On a dit qu'il n'y avait pas de cuirassés à l'abri des boulets actuels : cela est vrai dans les expériences, mais en pratique il est probable qu'il en sera au moins comme jadis, où les affaires duraient longtemps, bien que le boulet perçât en expérience plus de $1^m,30$ de bois de chêne, et que la plus forte épaisseur des vaisseaux n'était que de $0^m,80$, tandis que les batteries hautes n'avaient que $0^m,30$. Il faut dire aussi que les anciens canons tiraient très-longtemps, tandis qu'en exigeant trop de la matière, ceux d'une grande puissance durent peu. Il est donc probable qu'on est encore loin de renoncer aux cuirasses.

» Reste à dire pourquoi de si grands navires pour si peu de canons. C'est le sort commun, parce que la cuirasse est le plus grand poids à transporter, qu'elle augmente avec le navire, qui, plus lourd à traîner, exige une machine plus forte et brûlant plus de charbon. Toutes ces causes réagissent l'une sur l'autre et amènent à des navires de 99 mètres de long, pesant 10 000 000 de kilogrammes, coûtant certainement autant de francs et ne portant que quatre canons de chaque bord, en batterie comme l'*Hercules*, ou en tourelles comme le *Monark*, et cela sans avoir les ponts ni le gouvernail protégés, comme les monitors et comme les navires proposés dont les détails se trouvent portés sur les tableaux suivants.

Dimensions et résultats des calculs de trois tracés de navires de mer à tourelles.

	TRACÉ N° 1.	TRACÉ N° 2.	TRACÉ N° 3.
Longueur de carène à la flottaison	93m,6	88m,30	68m,50
Largeur extérieure	22	18	15 ,50
Rapport des deux dimensions	1 à 4,25	1 à 4,64	1 à 4,3
Largeur du navire intérieur	13m,80	9m,60	9m,00
Rapport de la largeur intérieure à l'extérieure	1 à 1,594	1 à 1,968	1 à 1,72
Diamètre extérieur des tours	8m,50	8m,00	8m,00
Tirant d'eau devant comme derrière, pour lesquels les calculs sont faits	6 ,75	5 ,75	5 ,00
Tirant d'eau, avec un supplément de charbon	7 ,20	6 ,10	
Volume du parallélipipède circonscrit pour le tirant d'eau des calculs	13 900m³	9646m³	5309m³
Surface du rectangle circonscrit à la flottaison, *idem*	2059m²	1677m²,7	1062m²
» » » au maître couple, *idem*	1485	109,2	77,50
Déplacement au tirant d'eau des calculs. Partie avant	4061m³		
Déplacement au tirant d'eau des calculs. Partie arrière	4103		
Déplacement au tirant d'eau des calculs. Total	8164	5980m³	3124m³
Déplacement au tirant d'eau des calculs. Différence	42		
Déplacement exprimé en poids	8368t	6129t	3202t
Surface de la partie immergée du maître couple	126m²	92m²	66m²,4
Surface de flottaison	1552	1264	800,78
Un centimètre d'immersion équivaut à (en poids)	15t,88	12t,96	8t,20
Rapport en nombres abstraits du volume de carène au parallélipipède	0 ,588	0 ,588	0 ,588
Rapport en nombres abstraits de la surface de flottaison au rectangle	0 ,754	0 ,754	0 ,754
Rapport en nombres abstraits de la surface du maître couple au rectangle	0 ,857	0 ,857	0 ,857
Distance du centre de carène à la flottaison (au tirant d'eau des calculs)	2m,875	2m,470	2m,10
Distance au-dessus du fond du navire (au tirant d'eau des calculs)	3 ,875	3 ,28	2 ,90
Hauteur du métacentre latitudinal sur le centre de carène	5 ,85		
Hauteur du métacentre au-dessus de la flottaison au tirant d'eau des calculs	3 ,00	4 ,87	4 ,15
Distance du centre de carène à la perpendiculaire arrière	46 ,27	2 ,80	2 ,05
Hauteur du pont supérieur au tirant d'eau des calculs	5 ,30	3 ,7	3 ,10
» du bord supérieur des pavois relevés	6 ,90	5 ,30	4 ,60
» des seuillets de sabord de batterie	3 ,00		
» des seuillets de sabord des tourelles	6 ,10	4 ,60	4 ,30
» de la passerelle	7 ,70	5 ,50	5 ,80
» du bastingage	9 ,30	6 ,50	6 ,10
» du sommet des tourelles	7 ,90	6 ,50	5 ,90

Étendue des surfaces cuirassées et leur poids.

	TRACÉ N° 1.	TRACÉ N° 2.	TRACÉ N° 3.
BLINDAGE DES SURFACES VERTICALES.			
Épaisseur des plaques de la ceinture cuirassée	$0^{m},20$	$0^{m},20$	$0^{m},15$
Développement des deux côtés de la ceinture cuirassée	198	183 ,06	144
Hauteur au-dessus de l'eau, au tirant d'eau des calculs	1 ,00	0 ,80	0 ,60
» au-dessous de l'eau, au tirant d'eau des calculs	1 ,70	1 ,75	1 ,50
» totale	2 ,70	2 ,55	2 ,10
Surface au-dessus de l'eau	198^{m^2}	147^{m^2}	$86^{m^2},8$
Surface au-dessous de l'eau	336	321	216
Total de la surface verticale blindée du navire	534	468	302 ,8
Rapport de la surface hors de l'eau à celle sous l'eau	1 à 1,7	1 à 2,08	1 à 2,5
Poids de cette surface	833^{t}	278^{t}	356^{t}
Nombre de tours	2	2	1
Développement du réduit ou des tours fixes	87^{m}	$39^{m},0$	$18^{m},50$
Hauteur du réduit ou des tours fixes	3 ,00	2 ,30	2 ,2
Surface du réduit ou des tours fixes	339^{m^2}	$91^{m^2},00$	$40^{m^2},7$
Blindé avec des plaques de	0,20	0,25	0,25
Poids du réduit ou des tours fixes	527^{t}	$176^{t},0$	$78^{t},0$
Tourelles à canon; leur surface totale	159^{m^2}	151^{m^2}	$75^{m^2},5$
Poids de l'anneau inférieur haut de 1 mètre et blindé en $0^{m},3$	124^{t}	116^{t}	58^{t}
Poids de la partie supérieure blindée en $0^{m},25$	197	194	97
Poids total des tourelles à canons	321	310	155
Surface verticale du réduit du gouvernail	15^{m^2}	$5,6^{m^2}$	$3^{m^2},9$
Poids de la cuirasse du gouvernail	24^{t}	$8^{t},7$	$3^{t},00$
Total des surfaces verticales blindées	1037^{m^2}	716^{m^2}	439^{m^2}
Poids, si les surfaces étaient blindées en $0^{m},2$	1687^{t}	1116^{t}	
Poids réel avec les épaisseurs adoptées	1724	1223	592^{t}
BLINDAGE DES SURFACES HORIZONTALES.			
Épaisseur des plaques sur les ponts extérieurs	$0^{m},05$	$0^{m},05$	$0^{m},04$
Surface des ponts extérieurs	476^{m^2}	512^{m^2}	267^{m^2}
Surface réduite à $\frac{1}{4}$ des verticales	119	128	72
Poids de ces surfaces extérieures	185^{t}	199^{t}	83^{t}
Épaisseur des plaques sur les ponts intérieurs et les écoutilles	$0^{m},04$	$0^{m},04$	$0^{m},03$
Surfaces intérieures, réduit ou tourelles déduites	617^{m^2}	745^{m^2}	431^{m^2}
Surfaces réduites au $\frac{1}{5}$ des verticales	123	149	86
Poids de ces blindages intérieurs	192^{t}	232^{t}	101^{t}
Total des surfaces horizontales sans égard à leurs épaisseurs	1093^{m^2}	1257^{m^2}	698^{m^2}
Poids de ces surfaces avec leurs épaisseurs respectives	377^{t}	431^{t}	184^{t}
Surface totale en réduisant les horizontales en fractions des verticales	1279^{m^2}	993^{m^2}	597^{m^2}
Poids total des cuirasses	2101^{t}	1654^{t}	776^{t}
RAPPORTS.			
Puissance nominale des machines	1200	900	400
Nombre de chevaux nominaux par mètre carré du maître couple	9,52	9,67	5,42
Nombre de canons tirant d'un bord	7	4	2
Surface verticale blindée pour un canon	148^{m^2}	179^{m^2}	240^{m^2}
Surface totale blindée pour un canon (les surfaces horizontales étant réduites en verticales)	182	246	299
Poids des blindages verticaux pour un canon	246^{t}	308^{t}	292^{t}
Poids total des cuirasses pour un canon	300	410	388
Déplacement pour un canon	1166	1446	1601
Nombre de chevaux pour un canon	171	222	200
Canons tirant droit de l'avant sous blindage	2	2	2
Canons tirant droit de l'arrière sous blindage	2	2	2
Volume du navire extérieur hors de l'eau, en admettant les côtés verticaux jusqu'au pont	8225^{m^3}	4171^{m^3}	2483^{m^3}
Volume du navire intérieur	5700	2415	1491
Différence	2525	1756	992
Rapport	0,69	0,58	0,60

			TRACÉ N° 1.		TRACÉ N° 2.		TRACÉ N° 3.	
			Hypothèse de M. l'amiral Pâris.	Résultat des calculs faits à la Seyne.	Hypothèse de M. l'amiral Pâris.	Résultat des calculs faits à la Seyne.	Hypothèse de M. l'amiral Pâris.	Résultat des calculs faits à la Seyne.
			tonneaux	tonneaux	tonneaux	tonneaux	tonneaux	tonneaux
Poids..		Coque complète	//	2620	//	1750	//	980
		Matelas	//	680	//	530	//	250
		Total : coque et matelas	4184	3300	3064	2280	1600	1230
		Cuirasse et vis	2146	2160	1700	1660	800	870
		Mâture, gréement et armement	235	380	130	250	58	118
		Équipages, bagages et vivres	280	170	140	100	60	60
		Artillerie	400	420	160	210	80	120
		Machine, chaudière et eau	973	1100	729	800	324	400
		Charbon	151	800	206	800	280	280
		Total	8369	8330	6129	6100	3202	3078
Déplacement			8368 t		6129 t		3202 t	
Section immergée du maître couple			126 m²		92 m²		66 m², 40	
Puissance		en chevaux nominaux	1100		800		400	
		en chev. de 75 kilogrammètres	6300		4600		2300	
			nœuds		nœuds		nœuds	
Vitesse aux essais en mer calme			14,5		14,5		12,5	
Prix de vente.		Coque cuirassée à 1 fr,38 le kilogramme de fourniture	8,060,000 fr		5,782,000 fr		3,060,000 fr	
		Machine à 1360 fr. le chev. nom.	1,500,000		1,088,000		540,000	
		Total	9,560,000		6,870,000		3,600,000	

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Études sur la machine à vapeur;* *par* **M. Combes.**

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie un volume intitulé *Études sur la machine à vapeur* et contenant deux Mémoires qui ont été publiés d'abord dans plusieurs numéros du *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale.*

» Le premier a pour objet la distribution de la vapeur dans les machines à cylindre et à piston, au moyen d'un tiroir unique, système qui, malgré ses défauts, est encore presque exclusivement appliqué aux locomotives, aux machines d'extraction établies sur les mines et dans beaucoup d'autres cas où la simplicité de la construction est au premier rang des conditions auxquelles doit satisfaire le moteur à établir. J'expose avec tous les détails

nécessaires les règles par lesquelles on détermine l'avance angulaire, l'amplitude de la course et les dimensions essentielles du tiroir à recouvrements ordinaire, mû par un excentrique circulaire fixé sur l'arbre auquel le piston imprime le mouvement de rotation, de manière que l'admission de la vapeur motrice dans le cylindre soit interceptée à un point donné de la course du piston. Je discute, en partant des formules trigonométriques ou du tracé graphique dû au professeur Zeuner, les circonstances de la distribution que procure le tiroir ainsi construit et installé, et j'examine les changements que subirait cette distribution si, tout restant égal d'ailleurs, on faisait varier l'*avance angulaire* du tiroir. Je traite en particulier du cas où, l'excentrique étant amené de l'autre côté de la manivelle dans une position symétrique à celle qu'il occupe, de façon à changer l'avance en un retard angulaire égal, la machine continue à marcher dans le même sens, par l'effet de l'inertie des masses en mouvement et par l'impulsion de forces extérieures, malgré le travail résistant de la vapeur. Ces notions n'ont rien de nouveau; elles sont familières aux ingénieurs qui s'occupent de machines à vapeur; mais il était nécessaire de les rappeler, afin de faire mieux comprendre et apprécier les dispositions récemment proposées.

» M. Deprez, ingénieur occupé depuis plusieurs années dans mon cabinet, auteur d'un Mémoire sur la distribution de la vapeur à un seul tiroir que j'ai présenté à l'Académie en 1867 (*Comptes rendus*, t. LXV, p. 68, séance du 8 juillet 1867), avait imaginé, dès cette époque, un nouveau tracé graphique propre à représenter la marche d'un tiroir de distribution mené par un excentrique circulaire, abstraction faite de l'influence, négligeable en pratique, de la longueur limitée de la barre d'excentrique. Voici en quoi consiste cette méthode. M. Deprez décrit un cercle d'un diamètre égal, non à l'excursion complète du tiroir, mais à cette excursion diminuée dans le rapport de l'unité au sinus de l'*avance angulaire*. Il trace une tangente à la circonférence du cercle, inclinée sur le diamètre fixe parallèle à la direction du mouvement du piston et du tiroir, d'un angle égal à l'avance angulaire. La distance au centre du point d'intersection de la tangente et du diamètre mesure ainsi la demi-course du tiroir. Couvrant ensuite le cercle d'une suite de cordes parallèles à la tangente, l'arc intercepté entre les extrémités du diamètre et chacune des cordes, compté dans le sens de la rotation directe de l'arbre tournant, mesure l'angle dont cet arbre a tourné depuis que la manivelle a passé au *point mort*, et la distance au centre du point d'intersection de la même corde et du diamètre représente la distance correspondante du tiroir à sa situation moyenne. En deux mots, le dépla-

cement du tiroir est le même que celui de la projection oblique sur le diamètre de l'arc dont la manivelle a tourné à partir du *point mort*, faite par les cordes parallèles dont l'inclinaison sur ce diamètre est égale à l'avance angulaire.

» Or, ce déplacement peut être effectivement réalisé au moyen d'un mécanisme très-simple. Un excentrique dont le rayon (*d'excentricité*) est égal au produit de la demi-course du tiroir par le sinus de l'avance angulaire, déterminées l'une et l'autre par les règles exposées dans la partie précédente du Mémoire, est fixé sur l'arbre porteur de la manivelle principale, à l'opposite de celle-ci. A l'extrémité de la tige du tiroir, que je supposerai guidée horizontalement, se rattache, par un boulon et une fourchette, une barre rigide dont l'axe est contenu dans le vertical de l'axe de la tige; l'autre extrémité de cette barre porte sur une coulisse fixe horizontale, parallèle à la tige du tiroir et dans laquelle elle est assujettie à glisser, d'où il suit qu'elle ne peut se déplacer que parallèlement à elle-même dans un plan vertical, en entraînant dans cette translation le tiroir par sa tige. Sa longueur est telle que sa direction soit inclinée sur la verticale d'un angle égal à l'avance angulaire. La bielle, solidaire avec le collier d'excentrique, est rattachée à cette barre par une liaison qui se prête à toutes les variations de l'angle compris entre les axes de ces deux pièces, et qui permet aussi à l'extrémité de la bielle d'excentrique un glissement d'une petite amplitude le long de la barre. Enfin une dernière tige rigide lie le boulon de la tige du tiroir auquel est attachée la barre, au milieu de la bielle du collier d'excentrique qui s'appuie et peut glisser sur cette même barre. Les liaisons ont lieu par des boulons, de sorte que l'ensemble constitue un système articulé ayant tous ses angles variables. De ces dispositions il résulte que la ligne idéale, joignant le bouton de la tige du tiroir au centre de l'excentrique, reste toujours, durant la marche de la machine, dans le plan vertical de la tige et de la barre, perpendiculaire à celle-ci qui est transportée parallèlement à elle-même, et que cette ligne idéale forme avec le prolongement de la tige du tiroir un angle constant égal à l'avance angulaire donnée; le tiroir suit donc le mouvement de la projection oblique du centre de l'excentrique sur le diamètre horizontal de la circonférence que ce centre décrit autour de l'axe de l'arbre tournant.

» Jusque-là, et tant qu'il n'est pas question de faire varier l'étendue de l'admission et de la détente de la vapeur motrice dans le cylindre, la combinaison de tiges articulées que nous venons de décrire n'aurait aucun avantage et ajouterait au contraire une complication inutile au système

ancien, dans lequel la bielle d'un excentrique de rayon (*d'excentricité*) égal à la demi-course du tiroir et calé sur l'arbre tournant, avec l'avance angulaire voulue, est rattachée directement à la tige du tiroir. Mais ce dernier système ne comporte aucune variation dans les phases d'admission et de détente de la vapeur et exige un second excentrique ou quelque chose d'équivalent, pour changer le sens de la rotation imprimée par la machine à l'arbre tournant.

» La combinaison nouvelle de M. Deprez se prête parfaitement à toutes ces exigences. Il suffit d'établir la coulisse dans laquelle se meut l'extrémité de la barre, dont l'autre extrémité est rattachée à la tige guidée du tiroir, de façon qu'elle puisse être à volonté abaissée ou exhaussée, au moyen d'un levier de relevage ou d'une vis. Le changement de situation de cette coulisse dans le plan vertical entraînera le changement de l'inclinaison de la barre sur la verticale, et par conséquent un changement égal dans l'angle constant que la ligne idéale, joignant le centre de l'excentrique à l'extrémité de la tige du tiroir, forme avec l'axe de cette tige, angle qui, nous l'avons dit, représente l'*avance angulaire*. En même temps que l'avance angulaire, l'amplitude de l'excursion du tiroir est aussi augmentée ou diminuée; elle est à son minimum lorsque la coulisse est amenée à la hauteur de la tige du tiroir, de manière que leur distance verticale soit nulle; la course du tiroir est alors réduite au double du rayon d'excentricité, et comme ce rayon est égal au recouvrement extérieur des lumières par les rebords du tiroir dans sa situation moyenne, les lumières ne sont jamais démasquées du côté de la chaudière; la vapeur n'entre pas dans le cylindre et la machine marche comme si le régulateur était fermé. Si la coulisse passe de l'autre côté de la tige du tiroir, le sens de la rotation imprimée par la machine est renversé, et la distribution de la vapeur dans cette marche rétrograde se fait exactement comme dans la marche directe. Enfin, pour toutes les positions de la coulisse, le tiroir se trouve dans la même position au moment où le piston arrive aux limites de sa course, c'est-à-dire, en employant les termes du métier, que *l'avance linéaire à l'admission est la même pour tous les crans de détente*.

» Ainsi se trouvent réalisés tous les effets que l'on obtient des meilleurs appareils que l'on ait appliqués jusqu'ici aux machines locomotives, lesquels comportent deux excentriques pour chacun des cylindres, une coulisse qui relie les barres de ces excentriques et un levier de relevage. Il est presque inutile d'ajouter que, dans la pratique, la seconde extrémité de la barre rattachée par l'autre bout à la tige du tiroir peut, au lieu d'être guidée

en ligne droite par une coulisse, décrire, sans que la distribution en soit sensiblement altérée, un arc de circonférence d'un assez grand rayon, dont la corde soit horizontale ou plus généralement parallèle à l'axe de la tige du tiroir, et qu'il suffit pour cela de l'attacher à articulation au bout d'une barre suffisamment longue, qui, par l'autre bout, serait suspendue à l'extrémité d'un levier de relevage tournant autour d'un point fixe convenablement choisi. Le second bras de ce levier serait mû par le mécanicien directement, ou, ce qui est bien préférable, par l'intermédiaire de la vis dont l'usage, déjà ancien, est aujourd'hui devenu presque général. Un modèle de demi-grandeur, très-bien construit par M. Clair pour les Collections de l'École des Mines, met en évidence les propriétés et la simplicité de la combinaison nouvelle imaginée par M. Deprez, et me semble démontrer que son application aux machines locomotives ou fixes ne rencontrera pas de difficultés dans l'exécution. Parmi ses avantages, il faut certainement compter pour beaucoup l'extrême simplicité de la théorie analytique et de l'épure qui font connaître les dimensions corrélatives des pièces du mécanisme et toutes les circonstances du mouvement du tiroir et de la distribution de la vapeur. On sait, par le Mémoire de notre confrère M. Phillips, la complication et les difficultés que présentent la théorie et le tracé géométrique des déplacements simultanés du tiroir et du piston, avec les appareils à coulisse de Stephenson, qui sont presque exclusivement employés aujourd'hui.

» Quant aux défauts essentiels de la distribution de la vapeur dans les cylindres des machines locomotives, au moyen du tiroir unique à recouvrements mené par deux excentriques circulaires et une coulisse de Stephenson, et qui consistent surtout dans l'accroissement considérable que prend l'étendue de la contre-pression et de l'échappement anticipé, à mesure que l'on réduit l'espace dans lequel la vapeur est admise au commencement de la course du piston, ils ne sont point évités par le mécanisme précédemment décrit; mais on peut les atténuer beaucoup par des dispositions additionnelles, qui permettent de réduire l'admission et de prolonger la détente de la vapeur, sans accroître dans une si forte mesure l'étendue de la période de contre-pression et d'échappement anticipé.

» Concevons que la tige du tiroir de distribution, au lieu d'être rattachée par une bielle au bouton de manivelle ou au collier d'un excentrique circulaire fixés sur l'arbre tournant, le soit à un boulon qui serait assujetti à se mouvoir dans une autre courbe fermée, dans une ellipse, par exemple, dont le grand axe, orienté dans le sens du mouvement de translation alternatif

du tiroir, serait égal au diamètre de la circonférence décrite par le bouton de la manivelle circulaire, tandis que le petit axe serait une fraction telle que la moitié ou le tiers du grand axe. Qu'on suppose, en outre, que ce bouton mobile sur le contour elliptique soit entraîné dans la rotation de l'arbre, comme le serait le bouton d'une manivelle ordinaire, dont la longueur varierait avec le rayon vecteur de l'ellipse. Le tracé graphique de M. Deprez, consistant en une suite de parallèles coupant la courbe et son axe horizontal, sera manifestement applicable à l'ellipse ou à toute autre courbe, comme il l'est à la circonférence de cercle et fera connaître les déplacements du tiroir corrélatifs aux angles dont l'arbre aura tourné, à partir du passage du piston de la machine par le point mort, pour chaque inclinaison des cordes parallèles sur le grand axe de la courbe. Il est facile de voir que, plus l'ellipse directrice du bouton auquel la tige du tiroir est rattachée sera aplatie, en d'autre termes, plus le second axe de cette ellipse sera petit par rapport à son grand axe, qui est toujours égal au diamètre de la circonférence de cercle prise pour terme de comparaison, plus la période de contre-pression et d'échappement anticipé sera restreinte et la période de détente de la vapeur accrue, pour une même étendue d'admission de la vapeur motrice. Ces considérations conduisent à plusieurs moyens d'améliorer la distribution de la vapeur que procure le tiroir unique à recouvrements mû par un excentrique circulaire, tout en conservant la possibilité de faire varier l'étendue de l'admission et de renverser le sens du mouvement de rotation. Quelques-uns de ces moyens sont exposés dans mon Mémoire, avec des détails que je ne puis analyser ici; deux d'entre eux sont représentés dans le modèle construit par M. Clair. Ils ajoutent au système une complication qui rendra peut-être leur application difficile aux machines locomotives et aux autres machines à grande vitesse. Mais j'espère qu'ils seront adaptés avec succès aux machines fixes et aux machines de bateaux, dont les pistons se meuvent plus lentement et qu'ils pourront y procurer quelque économie de combustible.

» Dans le deuxième Mémoire, j'ai essayé d'appliquer les principes de la théorie mécanique de la chaleur à une question qui a en ce moment un grand intérêt d'actualité, celle de l'usage de la contre-vapeur dans l'exploitation des chemins de fer, dans les conditions où elle est pratiquée depuis les expériences qui ont été faites au chemin de fer du Nord de l'Espagne par M. Ricour, sur l'invitation et avec les instructions de M. Le Châtelier. Ayant à présenter quelques additions au Mémoire tel qu'il est imprimé, je renverrai à la prochaine séance, si l'Académie le permet, ce que j'ai à dire à ce sujet. »

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Réponse à la Lettre de ce jour de* M. Govi (1). — *Réponse à une objection de* M. Le Verrier *relative à la Lettre de Montesquieu signalée par* M. Breton (de Champ); *par* **M. Chasles.**

I.

« La Lettre de M. Govi m'étonne au dernier point, car la question à laquelle elle se rapporte était parfaitement claire, et l'on ne pouvait prévoir une telle réponse.

» J'ai dit (séance du 22 février) que j'étais informé qu'il existait dans les Mss. Galiléens de Florence une Lettre de Galilée du 5 novembre 1639, autographe et écrite même d'une main très-ferme. M. Govi a répondu (séance du 29 mars) : « *Je n'ai rien rencontré* (dans la Bibliothèque de Florence) » *de ce que M. Chasles croyait s'y trouver..... La Lettre du 5 novembre ne se* » *trouve ni dans l'un ni dans l'autre des deux Recueils* (des Mss. Gali- » léens). »

» Or M. Carbone, conservateur des Manuscrits de la Bibliothèque de Florence, et ses deux adjoints ont déclaré par le certificat officiel que j'ai présenté à l'Académie (le 26 avril) que la Lettre de Galilée du 5 novembre 1639, que je signalais, *existe* dans le t. IV, part. 1re, n° 105 *bis*, des Mss. galiléens, mais qu'*elle n'est pas autographe;* qu'elle est de la main du neveu de Galilée, qui imitait si parfaitement l'écriture de son oncle, que les calligraphes les plus experts pouvaient s'y tromper.

» C'est cette déclaration, si contraire à celle de M. Govi, qui a donné lieu à sa Lettre de ce jour. M. Govi répond tout simplement qu'il connaissait parfaitement cette Lettre du 5 novembre qui existe dans le tome IV, n° 105 *bis;* mais que, comme M. Chasles signalait une Lettre autographe, et que lui, M. Govi, jugeait que la Lettre existante n'est pas autographe, il n'avait pas à en parler.

» Ainsi M. Govi a pensé qu'il était plus conforme à la vérité et à son intention d'éclairer l'Académie, de déclarer que la Lettre que je signalais n'existait pas, au lieu de dire qu'elle existait, mais qu'il ne la jugeait pas autographe; ce qui eût été l'exacte vérité.

» Et ce qui accroît ici la gravité de cette déclaration de M. Govi, c'est que la Lettre existante est, au rapport de MM. les conservateurs des Mss de la Bibliothèque de Florence, d'une écriture si parfaitement imitée de celle de Galilée, que les calligraphes les plus experts s'y peuvent tromper.

---

(1) *Voir* cette Lettre de M. Govi, à la Correspondance, p. 1093.

» M. Govi penserait-il que ce Rapport de M. Carbone et de ses adjoints est contraire à la vérité?

» On pourrait le croire; car il ajoute : « Comment aurais-je pu penser » qu'une Lettre *non autographe* (*et déjà publiée*) avait été prise pour *auto-* » *graphe et même d'une main très-ferme.* »

» M. Govi a eu une raison quelconque pour ne pas parler de la Lettre du Recueil, autographe ou non.

» En outre, il est à remarquer que cette Lettre joue un rôle exceptionnel dans l'ouvrage de M. Alberi; car, premièrement, elle n'est pas au rang chronologique qui lui convenait dans le tome VII, paru en 1848; elle est placée dans le tome XV, paru en 1856; secondement, il n'est rien dit de sa provenance : il n'est pas dit, non plus, comme de toutes les autres, si elle est originale ou copie, autographe ou d'une main étrangère : soit de la main du neveu de Galilée, comme le disent MM. les conservateurs des Mss., ou de la main de Vincent, le fils de Galilée, comme le veut M. Govi.

» Ce défaut exceptionnel de toute indication au sujet de cette Lettre ne s'expliquerait-il pas naturellement par ce fait, que M. Alberi a pu, comme les calligraphes les plus experts, avoir du doute sur l'écriture même, et craindre de se tromper en l'attribuant à Galilée plutôt qu'à son fils ou à son neveu.

» Quoi qu'il en soit, la minute de cette Lettre que je possède et que m'a révélée le passage cité dans la déclaration de M. Carbone, est bien, comme je l'ai dit (séance du 3 mai), de la main de Galilée. J'ai l'honneur d'en offrir à l'Académie un *fac-simile* photographique d'une rare perfection, que je dois à la grande expérience et à l'obligeance de M. Davanne, vice-président du Conseil d'administration de la Société française de Photographie, dont notre confrère M. Balard est Président (1).

» On a vu (séance du 3 mai) que le texte même de la Lettre prouve que Galilée n'était point aveugle lorsqu'elle a été écrite.

II.

» Je passe à la réponse que nécessite une objection de notre confrère M. Le Verrier.

» On lit dans le *Compte rendu* de notre dernière séance, à la suite de ma réponse à la communication de M. Breton (de Champ), relative à une Lettre que Montesquieu ou plutôt que le faussaire aurait prise de l'éloge de Newton par Fontenelle, on lit, dis-je, l'argument suivant, opposé aux nombreuses

(1) M. Regnault, Président honoraire; M. Peligot, Président du Conseil d'administration.

Lettres dont j'avais présenté l'analyse à l'Académie, et qui sont insérées dans le *Compte rendu* de la séance :

« L'éloge de Newton par Fontenelle a été imprimé en 1729. C'est le » 31 octobre seulement de cette année que Montesquieu s'est embarqué à » La Haye pour l'Angleterre, d'où il n'est revenu qu'en 1731. Et c'est seu- » lement après son retour qu'il aurait adressé à Fontenelle la Lettre en » question. Comment donc Fontenelle aurait-il pu copier en 1727 ou 1728 » et imprimer au plus tard en 1729, une Lettre que Montesquieu n'aurait » pu écrire que deux années après? »

» Ainsi, parce que les biographies ne parlent que du voyage que Montesquieu a fait en Angleterre, en octobre 1729, M. Le Verrier semble admettre qu'il n'a pas pu en faire d'autres auparavant. Eh bien, il est dans l'erreur. Montesquieu a d'abord fait un voyage en Angleterre pour connaître personnellement Newton, quelque temps avant sa mort, arrivée en mars 1727, ce qu'on a vu par les Lettres que j'ai produites dans notre dernière séance; puis il a fait dans les premiers mois de 1728 un voyage tout exprès pour se procurer certains documents et des preuves constatant les relations qui avaient existé entre Newton et Pascal. C'est ce que prouvent les Lettres que je fais passer sous les yeux de l'Académie. Ces Lettres ne sont pas seulement de Montesquieu, elles sont de Bernoulli qui lui conseille ce voyage, et lui donne des instructions sur la manière dont il doit s'y prendre pour obtenir les renseignements qu'il recherche et dont il lui indique deux sources; de Fontenelle, qui prévient Maupertuis qu'il a eu vent de ce voyage incognito de Montesquieu; de Maupertuis lui-même à Fontenelle.

» Il n'y aura donc aucun doute à ce sujet, sans que j'aie besoin, je pense, d'invoquer d'autres Documents. Je bornerai ici ma réponse à mon éminent adversaire.

» L'Académie a hâte depuis quelques séances de reprendre le cours de ses travaux et de voir se terminer cette polémique. Cependant l'Académie a entendu, comme M. le Président et M. le Secrétaire perpétuel, que le dernier mot ne pouvait appartenir à l'attaque, mais bien à la défense.

III.

Documents.

J. Bernoulli à Montesquieu.

Ce 20 janvier 1728.

Monsieur, ce que je vous ai dit dans un de nos entretiens est de stricte vérité. Daignez bien me croire. Oui feu Neuton s'est servi des travaux d'autrui pour confectionner ses

livres. J'en ai eu des preuves en main. Mais que sont devenues ces preuves? Je n'en sais rien. Tout ce que je puis vous dire, c'est qu'il doit en exister à Londres dans le cabinet de M. des Maizeaux, le factotum de M. Neuton. Mais il est bien difficile d'en avoir communication, à moins d'un stratagème. Vous avez des amis à Londres; il faut les faire agir. C'est pourquoi je vous engagerois d'y retourner et incognito, s'il vous étoit possible, et trouver un moyen de pénétrer chez M. des Maizeaux, c'est-à-dire de vous y faire introduire en compagnie d'un ami, sans dire votre nom. Et une fois chez lui, dans l'entretien vous pourriez sans doute apprendre quelque chose, surtout par la flatterie : c'est par son moyen qu'on gagne l'estime de M. des Maizeaux. Maintenant il y a encore une autre source où vous pourrez trouver des documens. C'est de vous informer ce que sont devenus les papiers de M. Robert Boyle. Ce savant estoit aussi en relation avec M. Pascal. Et je sais avoir entendu dire autrefois qu'il se trouvoit des lettres fort précieuses de ce dernier à M. Boyle. Voilà, monsieur, les renseignemens que je puis vous fournir, et je désire qu'ils vous soient utiles, pour bien éclaircir ce que vous désirez savoir. Je suis, monsieur,

Votre très-humble et très-obéissant serviteur,

A Monsieur de Montesquieu. J. Bernoulli.

Montesquieu à Bernoulli.

5 février 1728.

Monsieur,

J'ai reçu votre aimable lettre. Je suis bien aise des renseignemens que vous me donnez. Je tâcherai de les mettre à profit. Mon intention est en effet de retourner à Londres incessamment, d'autant plus que j'avois chargé quelqu'un de me rechercher des papiers manuscrits, entre autres, des écrits de Hobbes; et je viens d'apprendre qu'on en a retrouvé. Je compte donc m'y rendre pour en traiter; et en même temps je tacherai de trouver un moyen pour me faire introduire chez M. des Maizeaux. Je vous ferai part du résultat de mes nouvelles démarches. Je n'ai pas besoin de vous recommander la discrétion. Je suis comme toujours, monsieur,

Votre très-humble, très-dévoué et très-obéissant serviteur,

A Monsieur J. Bernoulli. Montesquieu.

Ce 2 mai.

Monsieur, je suis de retour d'un nouveau voyage à Londres, où je ne suis resté que quelques jours. Les choses se sont accomplies selon mes désirs, en partie. D'abord j'ai obtenu certains écrits de Hobbes qui me font plaisir. Je me suis fait introduire par un ami chez M. des Maizeaux, qui ne m'a pas reconnu d'abord, et qui partant nous a fait voir des choses de son cabinet, qui sont des révélations patentes pour la cause que vous savez. Je ne pouvois lui en demander communication, comme bien vous pensez. Mais sur la fin je lui ai rappelé mon nom. Il est resté quelque peu embarrassé; enfin il s'est rassuré. Nous nous sommes quittés amicablement. Il m'a même promis de me donner tous les renseignemens que je pourrois avoir besoin. Quant aux papiers de Robert Boyle, je n'ai pu en prendre connoissance; on m'a dit les avoir communiqué pour le moment, mais que plus tard je pourrois les voir, ce qui me donnera sans doute occasion de retourner en Angleterre. Je

vous suis donc très-obligé, monsieur, de m'avoir donné ces renseignemens. Je vous en remercie, et je suis comme toujours, monsieur,

Votre très-humble et très-dévoué serviteur,

A Monsieur Bernoulli. MONTESQUIEU.

Fontenelle à Maupertuis.

Ce 3 mai 1728.

Monsieur,

Vous n'ignorez pas la mort de M. le chevalier Neuton, et que je suis chargé de faire son éloge. Or, je suis obligé de m'entourer de documens le plus possible à cet effet. Déjà j'avois recueilli un bon nombre de renseignemens; on m'en a même dernièrement encore envoyé d'Angleterre. Mais je ne puis m'en tenir qu'à ceux-ci. Plusieurs étrangers et François m'en ont aussi fourni; entre autres MM. de Bernoulli et de Montesquieu, qui ont l'un et l'autre connu le chevalier Neuton. Car il paroit que M. de Montesquieu a même fait exprès le voyage de Londres pour connoitre en particulier le philosophe anglois, dont on faisoit si grand éloge. Mais ce qu'il m'en a dit affoiblit quelque peu les beaux récits que d'autres m'ont faits. C'est pourquoi je tiendrois à connoitre les appréciations du plus grand nombre d'hommes compétens qu'il me sera possible. Je vous ai dit que le rapport que m'a fait M. de Montesquieu n'est pas entièrement favorable au chevalier N., sans qu'il soit cependant malveillant. Mais d'après ce qu'on m'a dit et ce que j'ay pu aussi remarquer, M. de Montesquieu chercheroit à dévoiler un mystère. Il paroit qu'il auroit eu vent de quelque chose. Je crois même qu'il a déjà soulevé un coin du voile. On m'a même assuré que dernièrement encore il étoit allé incognito en Angleterre à ce sujet. Enfin il agit comme un homme qui cherche à faire une découverte. C'est donc un antagoniste; et dans cette affaire, je ne dois pas m'en tenir entièrement à ses rapports. C'est vous dire assez, Monsieur, que je serois bien aise d'avoir aussi votre appréciation. Daignez donc me la faire connoitre sans nul déguisement. J'attends votre réponse. Je suis, Monsieur,

Votre très-humble et très-obéissant serviteur,

A Monsieur de Maupertuis. FONTENELLE.

Bernoulli à Montesquieu.

Ce 20 aoust 1728.

Monsieur,

J'apprends avec plaisir que vous estes assez satisfait de vostre dernier voyage à Londres, puisque vous estes parvenu à obtenir des escrits de Hobbes que vous convcitiez; et que vous avez obtenu aussy de M. des Maizeaux certains renseignemens qui vous sont fort agréables, et qu'il a promis de vous fournir certains renseignemens dont vous pourriez avoir besoin. Seulement il faut agir avec prudence et ne pas trop donner l'éveil. J'ai reçu depuis une lettre de M. de Fontenelle qui m'a dit estre chargé de faire l'éloge de feu M. le chevalier Neuton; et il m'a mandé quelques renseignemens, comme il en a demandé à beaucoup d'autres. Nous verrons comment il s'en acquittera. Je ne doute pas que ce soit à la grande satisfaction des partisans de M. Neuton. On dit que M. de Maupertuis le seconde, et qu'il cherche à introduire le neutonisme en France. Avez-vous été informé de cela? car je tiens cette nouvelle que par des ouï dire.

Vous me mandez n'avoir pu obtenir communication des papiers de Robert Boyle, et par conséquent des lettres que lui écrivit M. Pascal. Cela est fâcheux. Mais enfin puisqu'on vous a promis de vous les faire connoitre plus tard, ne désespérons pas. J'espère aussi faire prochainement un nouveau voyage en Angleterre, je tâcherai de m'informer de quelque chose. Je suis, Monsieur,

Votre très-humble et très-obéissant serviteur,

A Monsieur de Montesquieu. BERNOULLI.

Bernoulli à Fontenelle.

Ce 3 mai 1728.

Monsieur,

Je vous fais ce petit billet à la hâte que j'accompagne de quelques documens que vous m'avez témoigné le désir d'avoir.

Quant aux renseignemens que vous me mandez au sujet du chevalier Neuton, vous n'ignorez pas que tout ce que je pourrois vous en dire ne seroit pas en sa faveur, et cela ne pourroit vous servir à rien pour le travail que vous voulez faire. Que ne vous adressez-vous à M. des Maizeaux à Londres? Vous savez qu'il a la plus grande partie des papiers de Neuton dont il estoit le factotum. Il doit avoir gardé tous ces documens, car je sais qu'il ne détruit rien. C'est chez lui une passion de conserver les écrits qui du reste peuvent estre utiles un jour pour éclaircir l'histoire, et en cela je suis loin de le blasmer. M. de Maupertuis pourroit aussi vous fournir des renseignemens, puisque dans ces derniers temps il est allé à Londres exprès, m'a-t-on dit, pour converser avec M. Neuton avec ces messieurs. Vous serez renseigné d'une manière plus satisfaisante qu'avec moi, car, à vous dire vrai, et déjà je vous l'ai dit, je n'ai jamais eu grand estime pour M. Neuton. Je ne puis vous en dire davantage, je suis, Monsieur,

Votre très-humble et très-obéissant serviteur,

A Monsieur de Fontenelle. BERNOULLI.

Maupertuis à Fontenelle.

Ce 2 juillet.

Monsieur,

Aussitôt mon arrivée à Londres, j'ai présenté vos lettres à Messieurs de la Société royale des Sciences, qui les ont reçues avec beaucoup de déférence, et m'en ont témoigné leur satisfaction. Je me suis ensuite présenté chez M. le chevalier Newton, qui m'a paru aussi très-satisfait de recevoir de vos nouvelles. Nous nous sommes longuement entretenu de vous. Mais permettez-moi de vous dire, entre nous, que ce n'est pas du tout l'homme que je m'attendois de voir. On n'apperçoit pas dans son air, dans ses manières, même dans son entretien cette sagacité et cette haute science qu'on lui attribue. Il y a même quelque chose de languissant dans son regard et dans ses manières, qui ne donne pas une grande idée de lui. Il vous a écrit que sa santé étoit entièrement rétablie. Je souhaite que sa tranquillité le soit aussi. Mais, du caractère dont il est, j'ai peine à le croire. Je crains bien qu'il ne soit éternellement la victime de son amour-propre déplacé. Lorsque je lui ai parlé de Descartes et de Pascal, il a fait un bond sur lui-même, comme si j'avois touché sa corde sensible. Il s'est levé, s'est promené de long en large dans sa chambre. Sa figure n'étoit plus la même.

Je ne sai pourquoi? Voyant cela je me suis excusé près de lui, et me suis retiré en lui promettant de revenir le voir : ce que je me propose de faire; et je vous en ferai part.

Je me suis aussi présenté chez M. des Maizeaux. Il était en société de quelques personnes. Je n'ai pu m'entretenir longuement avec lui. Mais il m'a bien engagé à retourner le voir ; ce que je me propose de faire. Je n'ai rien autre à vous apprendre aujourd'hui.

Monsieur, veuillez m'écrire le plus tost qu'il vous sera possible, et me tenir au courant de ce qui se passe, non-seulement en nostre Académie, mais ce que vous saurez de la république des Lettres. Je suis, Monsieur, votre très-humble et très-obéissant serviteur et confrère.

A Monsieur de Fontenelle. MAUPERTUIS.

M. CH. SAINTE-CLAIRE DEVILLE, en offrant à l'Académie un Mémoire publié récemment par lui dans l'*Annuaire de la Société Météorologique de France*, s'exprime ainsi :

« Ayant eu incidemment, dans l'avant-dernière séance, l'occasion de mentionner l'action probable des variations brusques de l'atmosphère sur l'état physiologique et sanitaire de l'homme, je prie l'Académie de vouloir bien accueillir une Note relative à ce sujet, et intitulée : *De l'influence des variations périodiques de l'atmosphère sur l'état physiologique*.

» Qu'il me soit aussi permis de compléter mes deux dernières communications par la remarque suivante :

» Les travaux auxquels je me livre avec persévérance et depuis un grand nombre d'années, sur les variations périodiques de l'atmosphère, se divisent en deux parties très-distinctes, et auxquelles j'attribue une valeur très-inégale.

» La première, toute de discussion, est uniquement fondée sur les faits et sur les rapports qui lient les faits entre eux. Elle se résume en ceci :

» Il paraît y avoir, dans l'année (1), au moins, trois cycles : l'un de 90 jours ou *quadruple*, un second de 30 jours ou *dodécuple*, un troisième de 10 jours ou *tridodécuple* (2), qui se traduisent par des retours périodiques de la température. Ces oscillations périodiques de la température se lient nécessai-

(1) Supposée réduite à 360 jours *angulaires*, ou correspondant chacun moyennement au mouvement de 1 degré de la Terre sur l'écliptique. Il y aura aussi à rechercher s'il existe un cycle d'années ramenant périodiquement les mêmes influences.

(2) Au point de vue du polygone régulier inscrit, ces trois périodes constituent trois symétries distinctes :

La symétrie *quadrangulaire* ou *orthogonale :* carré inscrit; angle au centre, 90 degrés;

La symétrie *dodécagonale :* dodécagone régulier inscrit; angle au centre, 30 degrés;

La symétrie *hexatriacontagonale:* polygone régulier de 36 côtés; angle au centre, 10 degrés.

rement aux mouvements des autres éléments de l'atmosphère : pression barometrique, hygrométrie, états photométrique, électrique, ozonométrique de l'air, etc. ; et, à la limite, à l'état physiologique et sanitaire des individus et des populations.

» La seconde partie de mes recherches, plus hypothétique, consiste à indiquer les causes probables de cette périodicité : et je signale, entre autres causes, les variations, périodiques elles-mêmes, du milieu interplanétaire que doivent traverser les rayons solaires avant d'atteindre notre globe.

» Cette seconde partie, par sa nature même, a pour moi une valeur moindre que la première. J'y ai, d'ailleurs, été précédé par plusieurs savants, et, que l'hypothèse sur laquelle elle se fonde soit exacte ou non, cela ne peut infirmer en rien les résultats acquis dans la première partie. C'est donc sur celle-ci que j'appelle la discussion et l'attention des savants qui me font l'honneur de me suivre dans ces longues et pénibles recherches. »

ALGÈBRE. — *Sur le théorème de Sturm; par* **M. L. Kronecker.**

« En m'occupant du théorème de Sturm, j'ai trouvé que les fonctions résultant de la division successive de deux fonctions entières jouent aussi un rôle important quand on se sert de la méthode de M. Hermite pour faire l'énumération des racines réelles et imaginaires d'une équation algébrique.

» Soient

$$F(x) = (x - x_1)(x - x_2)\ldots(x - x_n),$$

$F_1(x)$ une fonction entière du degré $(n-1)$, et $F_2(x)$, $F_3(x)$, ... les fonctions données par les équations

$$\begin{aligned} F(x) &= (A_1 x + B_1) F_1(x) - F_2(x), \\ F_1(x) &= (A_2 x + B_2) F_2(x) - F_3(x), \\ &\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ F_{n-2}(x) &= (A_{n-1} x + B_{n-1}) F_{n-1}(x) - F_n. \end{aligned}$$

» Alors les fonctions $F_h(x)$ sont du degré $(n-h)$, et elles jouissent de cette propriété

$$(1) \qquad \sum_{k=1}^{k=n} \frac{x_k^\nu F_h(x_k)}{F'(x_k) F_1(x_k)} = 0,$$

où $0 \leqq \nu < n - h$, et $F'(x)$ désigne la dérivée de $F(x)$. En effet, cette équation est satisfaite pour $h = 1$, et, en supposant qu'elle ait lieu pour toutes

les valeurs $h = 1, 2, \ldots, r$, on conclut immédiatement de la définition des fonctions F que la relation (I) subsiste encore pour $h = r + 1$. Voici maintenant les deux remarques très-simples auxquelles la propriété que je viens d'énoncer donne lieu. C'est que cette propriété caractérise complétement les fonctions F à un facteur constant près, et qu'on a en outre pour deux indices inégaux quelconques i et h

$$\text{(II)} \qquad \sum_{k=1}^{k=n} \frac{F_i(x_k)\,F_h(x_k)}{F'(x_k)\,F_1(x_k)} = 0,$$

vu qu'on peut supposer évidemment $i > h$, et que par conséquent le degré de F_i soit inférieur de $(n-h)$. Les $(n-h+1)$ coefficients d'une fonction $F_h(x)$ se trouvent déterminés par les $(n-h)$ relations représentées par l'équation (I), donc la fonction $F_h(x)$ est à un facteur constant le déterminant

$$\begin{vmatrix} 1, & x, & x^2, & \ldots, & x^{n-h} \\ s_0, & s_1, & s_2, & \ldots, & s_{n-h} \\ s_1, & s_2, & s_3, & \ldots, & s_{n-h+1} \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ s_{n-h-1}, & s_{n-h}, & s_{n-h+1}, & \ldots, & s_{2n-2h-1} \end{vmatrix},$$

où j'ai posé, pour abréger,

$$s_\mu = \sum_{k=1}^{k=n} \frac{x_k^\mu}{F'(x_k)\,F_1(x_k)}.$$

Puis, en désignant par S'_ν la somme

$$\sum_{k=1}^{k=n} \frac{F_\nu(x_k) \cdot F_\nu(x_k)}{F'(x_k) \cdot F_1(x_k)}$$

et par Z_k la somme

$$\sum_{\nu=1}^{\nu=n} Z_\nu \cdot F_\nu(x_k),$$

$Z_1, Z_2, \ldots, Z_n$ étant des variables, on obtient en conséquence de la relation (II)

$$\text{(III)} \qquad \sum_{k=1}^{k=n} \frac{Z_k^2}{F'(x_k)\,F_1(x_k)} = \sum_{\nu=1}^{\nu=n} S'_\nu \cdot Z_\nu^2;$$

donc les quantités S'_ν fournies par la méthode de Sturm sont en même temps applicables à la méthode de M. Hermite.

» En multipliant les deux équations

$$F_{h-1}(x_k) = (A_h x_k + \beta_h) F_h(x_k) - F_{h+1}(x_k),$$
$$F_h(x_k) = (A_{h+1} x_k + \beta_{h+1}) F_{h+1}(x_k) - F_{h+2}(x_k)$$

respectivement par $F_{h+1}(x_k)$ et $F_h(x_k)$ et en sommant de $k=1$ jusqu'à $k=n$, on obtient

$$S'_{h+1} = A_h \sum \frac{F_h(x_k).F_{h+1}(x_k)}{F'(x_k).F_1(x_k)} x_k,$$
$$S'_h = A_{h+1} \sum \frac{F_h(x_k).F_{h+1}(x_k)}{F'(x_k).F_1(x_k)} x_k,$$

d'où il résulte

$$A_h S'_h = A_{h+1} S'_{h+1},$$

et comme on a $A_1 S'_1 = 1$, il vient enfin pour un indice quelconque

(IV) $$S'_h = \frac{1}{A_h}.$$

» En considérant une fonction $F(x)$ quelconque pour laquelle aucune des quantités A ne s'évanouit, soit M le nombre des quantités positives A, et N celui des quantités négatives. Puis soit α le nombre des valeurs réelles x_k pour lesquelles le produit $F'(x_k).F(x_k)$ devient positif, et β le nombre des valeurs réelles x_k pour lesquelles ce même produit devient négatif; enfin soit γ le nombre des valeurs complexes x_k. Alors la méthode de M. Hermite, appliquée à l'équation (III), donne immédiatement les relations

$$\alpha + \beta = M, \quad \beta + \gamma = N,$$

et par conséquent

(V) $$\alpha - \gamma = M - N.$$

» En profitant des considérations que j'ai exposées dans un Mémoire qui vient d'être publié dans les *Monatsberichte* de l'Académie de Berlin (mars 1869), on peut interpréter l'équation (V) de la manière suivante.

» Que l'on représente les deux équations

$$y = F(x), \quad y = F_1(x)$$

par deux courbes, et que l'on appelle *intérieures* les parties du plan qui sont embrassées par les deux courbes, tandis que les autres parties du plan soient nommées *extérieures*. Enfin, en marchant sur la droite $y = 0$ de gauche à droite et franchissant la première de ces deux courbes que l'on distingue ces points (correspondants aux diverses valeurs réelles x_k), selon

que l'on entre dans une partie intérieure ou que l'on sort d'une telle partie du plan, l'excès du nombre des quantités positives sur le nombre des quantités négatives est égal à l'excès du nombre de points de sortie sur ceux d'entrée.

» En prenant $F_1 = F'$, on a $\beta = 0$, et l'on obtient une relation entre le nombre des racines réelles de l'équation $F = 0$ et le nombre des signes positifs ou négatifs des quantités A. Puis, pour obtenir le nombre des racines réelles entre deux limites quelconques a et b, on peut poser

$$F_1 = (x - a)(b - x) F'.$$

Mais on peut obtenir ce même nombre en prenant successivement

$$F_1 = (a - x) F', \quad F_1 = (b - x) F'.$$

» En effet, si l'on garde les lettres A, N et β pour le premier cas, et que l'on désigne par A', N' et β' les quantités correspondantes pour le second cas, le nombre des racines réelles x_k, pour lesquelles l'inégalité $a < x_k < b$ a lieu, se trouve exprimé par le nombre

$$\beta - \beta' = N - N'.$$

» En désignant par C_h le coefficient de x^{n-h} dans $F_k(x)$, ces coefficients sont liés avec les quantités A par les relations

$$A_h = \frac{C_{h-1}}{C_h},$$

où il faut prendre $C_0 = 1$. En vertu de ces relations et des relations caractéristiques (I), on peut vérifier immédiatement les formules combinatoires connues, dans lesquelles les fonctions F se trouvent exprimées par les racines x_k de l'équation $F = 0$. Je reviendrai sur ce sujet dans une autre communication, et je veux traiter alors le cas où quelques-unes des quantités A s'évanouissent. Il est vrai que ce cas ne fait pas une exception quand on se sert de la méthode de Sturm; mais, en s'appuyant sur la théorie des formes quadratiques, il faut une recherche particulière, qui du reste n'offre point de difficulté. Cependant la discussion de ces cas particuliers est nécessaire, puisque la détermination du nombre des racines réelles d'une équation par les signes des déterminants formés par les sommes des puissances de ces racines

$$\begin{matrix} s_0, & s_1, \ldots & s_m \\ s_1, & s_2, \ldots & s_{m+1} \\ \cdot & \cdot \cdot \cdot & \cdot \\ s_m, & s_{m+1}, \ldots & s_{2m} \end{matrix}$$

se trouve en défaut, si quelques-uns de ces déterminants s'évanouissent. Par exemple, on ne peut pas conclure que toutes les racines soient réelles, à moins que tous ces déterminants ne soient *positifs*, c'est-à-dire > 0, et, par conséquent, il ne suffit pas de représenter ces déterminants comme sommes de carrés de quantités réelles pour démontrer la réalité des racines. »

ASTRONOMIE. — *Étude spectrale des taches solaires : documents que peut fournir cette étude sur la constitution du Soleil.* Lettre du **P. Secchi** à M. le Secrétaire perpétuel.

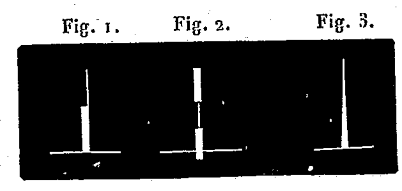
« Rome, ce 24 avril 1869.

» Comme suite à ma dernière communication sur le spectre des taches solaires, permettez-moi de vous exposer le résultat des observations faites sur la grande tache une fois le mauvais temps passé.

» Le 21 avril, la grande tache qui avait été visible le 12 et le 13 près du centre, était sur le point de disparaître au bord solaire. Le noyau n'en était éloigné que de quelques secondes et les facules étaient très-vives dans le voisinage. Les raies lumineuses de la chromosphère étaient visibles, comme d'ordinaire, par une élévation de 10 à 13 secondes, mais elles présentaient dans les facules une hauteur double au moins, et étaient infiniment plus vives. On voyait la raie f devenir lumineuse seulement du côté du rouge. A $3^h 30^m$ après-midi, la tache n'était éloignée du bord que de 2 ou 3 secondes, et laissait entre le bord et le noyau un espace lumineux dont la largeur était égale à celle du noyau, presque réduit à une ligne. A cet endroit, on voyait nettement les raies lumineuses se prolonger à l'extérieur sur une longueur de 40 secondes, et arriver à l'intérieur jusqu'au noyau lui-même. Ces facules étaient donc couronnées par des protubérances très-hautes, et le maximum de hauteur correspondait au milieu du noyau.

» Je remarquai en cette occasion que les raies, très-lumineuses à la base, étaient suivies d'une queue mince et étroite, disposée à peu près comme M. Rayet l'a vu dans les protubérances de la dernière éclipse (*fig.* 1). Cette

Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3.



particularité semble indiquer que, au-dessus de la couche plus vive, il y en avait une autre plus faible. En tenant compte de l'étendue dans laquelle

la raie C disparaissait sans devenir lumineuse, la hauteur dépassait une minute d'arc, et cette disparition traversait même le noyau. Il y avait quelque part des nuages suspendus qui donnaient aux raies une forme brisée (*fig.* 2). Au dehors de la région troublée, les raies n'arrivaient pas au quart de cette élévation.

» Le matin suivant, à $8^h 30^m$, la tache devait être un peu au delà du bord et n'était plus visible : mais les facules étaient encore très-vives, et les raies dépassaient une minute d'arc en hauteur, mais elles offraient cette différence avec celles de la veille, qu'elles étaient amincies et pointues au sommet (*fig.* 3). Du reste, ces phénomènes sont plus ou moins communs à toutes les régions des facules, et l'on peut voir de grandes raies à coup sûr dans toutes ces régions.

» Il était important de vérifier si les phénomènes énoncés pour cette grande tache seraient vérifiés aussi dans les autres taches de moindres dimensions. Une nouvelle tache ayant paru ces jours derniers, je l'ai étudiée avec soin, quoiqu'elle fût de dimensions médiocres, 10 à 12 secondes seulement.

» Cette tache présentait une figure cratériforme; c'était sans doute une cavité. Près du bord solaire, elle n'avait pas de pénombre du côté intérieur du disque, mais cette pénombre s'est développée au milieu à mesure que la distance est devenue moindre, jusqu'à devenir symétrique. La pénombre était formée par des rayons composés eux-mêmes de ces espèces de grains ou feuilles alignées, si communes dans les pénombres. Elle offrait, à l'intérieur du noyau, des voiles roses, ramifiés en forme d'étoiles. Le 22 avril, ces voiles furent renforcés par quelques feuilles détachées du bord de la pénombre, qui se portèrent jusqu'au centre et se transformèrent en voiles roses; mais le 23, ces voiles étaient déjà plus blancs et formaient les rudiments de ponts qui finirent par diviser le noyau en plusieurs parties, laissant un trou noir du côté intérieur de la tache.

» J'ai examiné le spectre de cette tache avec beaucoup de soin, et j'ai vérifié les conclusions auxquelles j'étais arrivé pour l'autre. Seulement l'élargissement des raies n'était pas aussi considérable, à cause peut-être de sa moindre profondeur. Les largeurs des raies du calcium augmentaient du double environ de leur valeur, et celles du fer à peine de la moitié. J'ai cherché la dilatation dans celles du chrome, du cobalt et du nickel, mais je n'ai pu constater aucun effet marqué. La chose la plus frappante dans l'observation de cette tache, comme dans celle de la précédente, était le renforcement considérable de tous ces groupes de raies nébuleuses indi-

quées par Kirchhoff, et qui occupent un espace assez considérable. On ne connaît pas les substances qui les produisent, mais quelques-uns d'entre eux sont dus sans doute à la vapeur d'eau, surtout dans l'orangé et le jaune. Dans une autre occasion, je publierai tous les détails que j'ai marqués quant à la position de ces groupes sur la figure même de M. Kirchhoff, et qui ne pourraient être compris sans elle.

» Il reste donc confirmé que, outre une diminution de lumière générale, le spectre subit, dans l'intérieur des taches, des absorptions spéciales, plus fortes pour le calcium que pour le fer; que le magnésium ne change pas considérablement; que le sodium devient nébuleux; et que tous ces changements sont plus sensibles dans les groupes nébuleux de Kirchhoff.

» Ces résultats conduisent à modifier les idées acceptées jusqu'ici sur la constitution des taches, et ils amènent peut-être à concilier, pour ainsi dire, les deux théories opposées. En effet, pendant que plusieurs astronomes pensent que les taches sont des cavités, les autres veulent que ce soient des nuages suspendus au-dessus de la photosphère. Les deux hypothèses se concilient en admettant que ces masses absorbantes sont plongées dans l'intérieur même de la couche photosphérique; on peut alors, si l'on veut, nommer ces nappes des *nuages*, pourvu qu'on ne les considère pas comme étant au-dessus de la photosphère, car les phénomènes observés jusqu'ici sur la forme des pénombres et la constitution des taches s'y opposent, mais dans l'intérieur de la photosphère elle-même.

» Il est vrai que nous ne pouvons plus alors admettre que la profondeur des taches soit la mesure de la couche photosphérique; car, au-dessous de ces masses absorbantes, il pourrait bien rester encore une couche photosphérique très-profonde, qui nous serait masquée par ces masses elles-mêmes. Ainsi on pourrait admettre la théorie de M. Frankland, qui supposerait, dans l'intérieur du corps solaire, des gaz incandescents à grande pression et donnant un spectre continu. On a encore, de cette manière, la solution complète de la difficulté opposée à la théorie qui considère le Soleil comme étant gazeux à son intérieur, savoir que cette masse gazeuse devrait être transparente. Quel que soit le poids de cette objection, elle s'évanouit maintenant; car, à cause de l'absorption des couches qui sont dans l'intérieur de la tache, nous ne verrions jamais ni le spectre continu de la lumière intérieure, ni la photosphère du côté opposé du globe solaire.

» J'ai dit que, *si l'on veut*, on peut appeler ces masses absorbantes des *nuages*, et alors il n'y aurait là qu'une question de définition. Mais, en con-

sidérant toutes les circonstances d'ensemble de la constitution des taches et de la photosphère, il me paraît que la matière qui est le plus analogue à nos nuages est en réalité la masse photosphérique, que nous voyons sous forme de grains, de feuilles, ou de courants, former le bord des taches et le fond général de la photosphère. Il n'est pas impossible, en effet, de comparer ces formes allongées à ce que nous voyons dans nos *cumuli*, lorsqu'ils sont aspirés vers un centre de dépression dans l'atmosphère. Du reste, la granulation générale qu'on voit sur tout le disque n'est pas très-différente de ce qu'on voit *à vol d'oiseau* sur les couches de nos nuages à cumulus (1).

» Mais, quoi qu'il en soit de la dénomination qui sera préférée par les astronomes, la question capitale me paraît résolue sous ce rapport, que les taches sont formées par des masses obscures absorbantes, plongées à l'intérieur même de la photosphère, qui se trouve ainsi déchirée et se présente à nos regards comme interrompue et comme offrant de véritables cavités.

» Quant aux causes qui produisent ces déchirements, ce qui précède ne nous fournit pas de données nouvelles; seulement nous savons que, autour de ces centres de déchirements, de grandes nappes d'hydrogène sont soulevées et qu'il y existe une agitation immense; mais la cause de ces éruptions est-elle le gaz hydrogène lui-même, ou est-elle autre, nous ne pouvons le constater encore. Nous ne savons pas non plus si la photosphère qui reste dissoute visiblement dans l'intérieur des taches y perd son éclat par un abaissement, ou par une élévation de température. En devenant froide, elle deviendrait obscure; mais elle pourrait aussi devenir obscure en perdant son état de condensation et de précipitation nuageuse, c'est-à-dire en devenant gazeuze et transparente. La chaleur nécessaire à l'accomplissement de ce phénomène pourrait provenir de l'intérieur du globe solaire, apportée par la matière plus incandescente qui en sort. Mais cette matière pourrait encore se refroidir énormément au moment de sa sortie, par l'expansion qu'elle doit subir en arrivant à la surface. Pour le moment, il est difficile de choisir entre ces deux manières d'envisager les phénomènes.

» J'ai voulu cependant les indiquer, pour faire voir quel nouveau jour l'étude spectrale des taches jette sur les questions les plus importantes qui s'agitent encore sur la constitution des taches et du Soleil lui-même. »

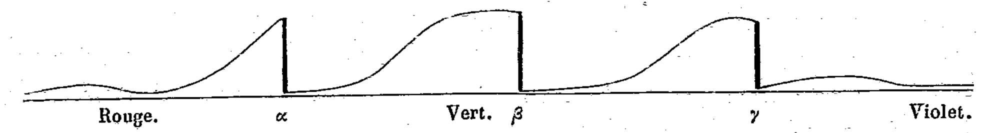
---

(1) Ce matin, par un air admirable, cette structure se voyait à merveille (24 avril).

ASTRONOMIE. — *Sur l'intervention probable des gaz composés dans les caractères spectroscopiques de la lumière de certaines étoiles ou des diverses régions du Soleil.* Lettre du **P. Secchi** à M. le Secrétaire perpétuel.

« Rome, ce 7 mai 1869.

« Dans une de mes communications précédentes sur les spectres stellaires, j'ai constaté la découverte d'un quatrième type de spectres d'étoiles rouges, qui consiste principalement en trois bandes lumineuses : une rouge, l'autre verte, la troisième bleue, séparées par de fortes bandes noires, et dont l'intensité va en décroissant du rouge au violet. Pour l'intelligence de ce que je dois dire, je tracerai ici la figure approchée, en désignant par α, β, γ, les trois raies principales. Ce spectre offrait un caractère



si différent des autres, que j'ai tenté d'en chercher l'origine et d'en effectuer les mesures avec soin. Mais la comparaison directe est très-difficile, à cause de la faiblesse des étoiles qui ne permet pas d'employer le spectroscope à fente, la plus grande d'entre elles étant de sixième grandeur. J'ai donc dû recourir à des mesures relatives. L'étude d'Arcturus m'a bien prouvé l'identité des positions des raies D, b, F avec celles de notre Soleil : de plus, par le procédé que j'ai indiqué dans une autre circonstance, je puis fixer la position d'une raie quelconque par rapport à l'image directe de l'étoile. J'ai donc comparé, de cette manière, avec Arcturus, l'étoile type de cette classe, n° 152 du Catalogue de M. Schjellerup, placée à $12^h 38^m,5$ d'asc. droite et $46° 13'$ de déclin. bor., qui est l'étoile 4287 du B. A. C. et est de sixième grandeur.

» Voici les résultats.

» La raie b ayant été placée en coïncidence avec l'image directe de l'étoile, on trouva pour Arcturus, au micromètre, $D = 80^r,55$, $b = 75^r,43$, $F = 72^r,30$. Alors, en visant l'étoile en question, on aperçut au premier coup d'œil que la raie noire du vert coïncidait presque parfaitement avec la raie b, à l'exception d'un petit déplacement tel que la limite du noir et du brillant restait un peu au delà vers le violet, d'une quantité à peine mesurable. Au contraire, la raie D ne coïncidait pas du tout avec la raie noire du jaune, mais se trouvait du côté du violet à une distance de $1^r,52$. Voici les positions des trois raies :

$$\alpha = 79^r,03, \quad \beta = 75^r,45, \quad \gamma = 71^r,00.$$

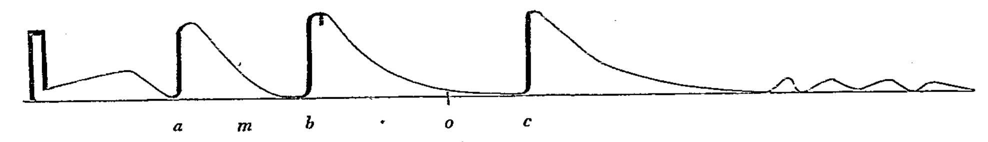
Si l'on prend le rapport des distances $\alpha\beta$ et $\beta\gamma$, on trouve :: 1 : 1,27 (1).

» Il fallait chercher laquelle des substances connues pouvait donner de telles raies. Or, dans la table de M. Angstroem, on trouve que le composé CH a justement deux bandes placées à des intervalles présentant entre eux le rapport ci-dessus, et placées par rapport à *b* comme celles de notre étoile. Le rapprochement entre les raies α et D a conduit à une conclusion semblable. On pourrait donc admettre que ces bandes noires de l'étoile étaient produites par l'absorption de ce gaz protocarburé.

» Cependant il y avait une différence qui n'est pas négligeable : les bandes fournies par le gaz sont cannelées, et on ne voit rien de pareil dans la lumière de l'étoile.

» Pour chercher la source de ces différences, je me suis proposé d'étudier le spectre de quelques vapeurs de composés hydrocarburés. J'ai disposé pour cela un appareil très-simple, consistant en un petit flacon à trois tubulures, une verticale et deux horizontales opposées. Au travers de celles-ci, passent deux fils de platine tenus par deux bouchons, qui sont destinés à porter l'étincelle d'une bobine de Ruhmkorff dans l'intérieur du flacon; par la troisième, on introduit le liquide à examiner, en l'agitant un peu pour faire répandre sa vapeur à l'intérieur. Le premier hydrocarbure qui m'est tombé sous la main a été la benzine. Le passage de l'étincelle, presque au maximum de distance des pointes, a fourni un spectre magnifique à bandes brillantes, qui est précisément celui que nous cherchions.

» Ce spectre consiste principalement en trois larges bandes lumineuses, *a*, *b*, *c*, qui ont l'aspect de demi-cannelures, ayant leur maximum d'inten-



sité vers le rouge. Au delà de ces trois bandes, il existe une bande faible de rouge, et à la fin du spectre brille une raie rouge très-vive; au delà du violet, se trouve une traînée de petites lignes. Les trois bandes centrales ne sont pas décomposables en raies séparées, par un spectroscope à deux prismes très-puissant; seulement, on réussit à en séparer une près de *b*. La partie la plus sombre des bandes obscures n'est pas absolument noire, mais parfois elle montre des raies vraiment noires.

» Ayant mesuré la position des trois bandes principales, j'ai trouvé

(1) La figure ne reproduit pas ces proportions.

qu'elles coïncidaient bien avec les bandes noires de l'étoile. Ce serait donc ce composé qui produirait l'absorption dans cet astre. Les bandes lumineuses extrêmes sont invisibles dans l'étoile, car elles sont noires, et tout au plus pourra-t-on, avec de forts instruments, constater quelque traînée de lumière. La couleur de l'étincelle est alors d'un bleu délicat, ce qui explique pourquoi l'étoile est rouge, car elle a la couleur complémentaire de l'étincelle.

» Cependant, pour obtenir ce spectre, il faut une précaution qui est très-intéressante pour l'intelligence du phénomène : il faut que la vapeur soit à une faible densité et peut-être mêlée d'air, car si l'on ferme la tubulure supérieure du flacon, ou si l'on provoque momentanément l'ascension de la vapeur à l'intérieur du flacon, le spectre change complétement. En fermant imparfaitement la tubulure supérieure, on peut assister à la formation du spectre nouveau. Alors une raie lumineuse paraît en *o*, entre *b* et *c*, et une autre en *m*, entre *a* et *b*, pendant que les espaces des bandes lumineuses qui formaient la cannelure se rétrécissent et finissent par disparaître, laissant les raies du carbone seules. Quand elle donne ce second spectre, l'étincelle est devenue rouge. Si l'on emploie au lieu de la benzine le pétrole, on obtient directement ce dernier spectre : c'est le seul que j'aie réussi à obtenir, mais il est plus lumineux. Quand elle donne le second spectre, la vapeur offre plus de résistance, car l'étincelle qui était presque au maximum de sa longueur avait de la peine à passer lorsque le deuxième spectre de la benzine se formait.

» C'est aux chimistes à suivre cette branche curieuse d'études et à déchiffrer ces métamorphoses. Mais, pour la physique céleste, ces résultats sont très-intéressants, car ils nous font connaître dans les étoiles des éléments combinés et des vapeurs d'un genre bien inattendu. Ils ouvrent un nouvel horizon aux découvertes spectroscopiques célestes. Jusqu'ici, on a cherché dans les étoiles les substances simples et surtout les métaux; or, il est évident que des substances gazeuses et même composées peuvent y exister : un grand nombre d'étoiles présentent une bande noire dans le vert, très-près du magnésium, il est probable que c'est plutôt cette vapeur hydrocarburée que le magnésium qui la produit.

» Il était intéressant alors de chercher si, dans notre Soleil, nous n'aurions pas des absorptions gazeuses dues probablement à des gaz composés.

» J'ai cru devoir aborder cette étude en comparant le spectre solaire des taches, où ces absorptions sont le plus manifestes, avec le spectre modifié par notre atmosphère.

» Les détails de toutes les observations que j'ai faites à ce propos ne pou-

vant trouver place ici, je me limiterai à quelques résultats généraux, et aux observations d'un jour exceptionnellement favorable.

» Outre les renforcements des raies du fer, du calcium et du sodium dans les noyaux des taches, j'ai constaté le même effet pour celles du chrome et du cobalt, mais à un plus faible degré; peut-être encore pour celles du nickel et du plomb. Mais le point capital qui a attiré mon attention a été le grand nombre de *persiennes* qui deviennent visibles. J'appellerai *persiennes*, pour abréger, ces systèmes de lignes parallèles, équidistantes et nébuleuses qui se forment partout où M. Kirchhoff a marqué des lignes faibles, ne correspondant à aucun des métaux connus. J'en donnerai ailleurs la liste : j'indiquerai seulement ici les régions entre 1250 et 1280 de Kirchhoff, entre 1540 et 1570, entre 1007 et 1025, entre 1035 et 1037.

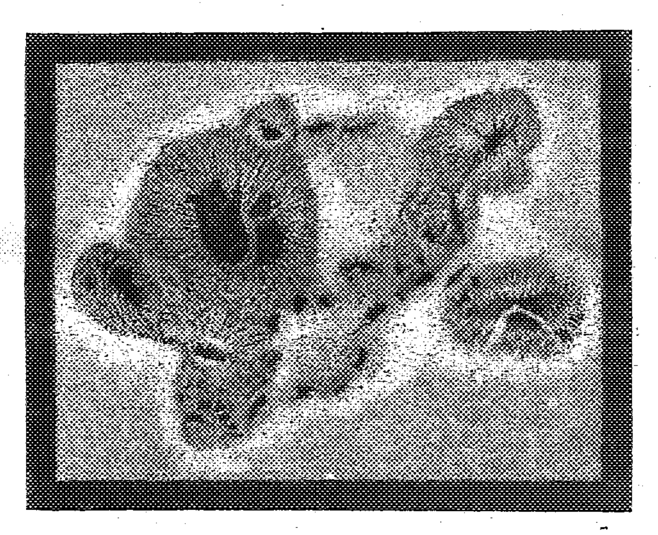
» Or, comme un certain nombre de ces persiennes deviennent aussi très-sensibles près de l'horizon, il était très-intéressant de comparer ces derniers systèmes avec ceux qui ont leur origine dans l'intérieur des noyaux des taches. Parmi les observations nombreuses que j'ai faites, je citerai seulement celles du 29 avril, exécutées par un ciel superbe, et sur une tache très-grande, la plus grande de celles qui aient été visibles (n° 40 de notre Journal).

» A 6 heures, la raie C est très-forte partout sur le disque solaire, mais elle disparaît complétement dans le voisinage du noyau, sur les facules et les pénombres. Son intensité absolue hors de la tache sera prise ici pour terme de comparaison. La raie C^{8} de Brewster, ou 810 de Kirchhoff, est déjà très-prononcée, mais sur ce noyau elle n'éprouve aucune modification, aucun élargissement. Les raies D ne sont pas encore nébuleuses, pendant qu'elles le deviennent fortement dans le noyau. Les persiennes près de D sont très-fortes, mais elles sont plus renforcées encore dans le noyau; dans cette grande masse de lignes, brille une raie jaune très-vive qui échappe à toute absorption. Les persiennes près de C^{6} augmentent aussi par la superposition du noyau : le même renforcement s'observe dans celles de la raie 719,5 en allant vers la raie C^{6}. A $6^{h}\,27^{m}$, les bandes atmosphériques sont très-déclarées et très-fortes, celles qui précèdent D (du côté du rouge) sont très-sombres, mais dans le noyau elles deviennent noires : au delà de D, à 1135 K., la persienne devient très-sombre, et plus noire dans le noyau (c'est une des régions où les persiennes se manifestent dans les noyaux lorsque le Soleil est élevé). La région marquée δ par Brewster, qui s'étend de 1135 à 1280 K., présente aussi un accroissement de l'obscurité des raies sur le noyau. (La région de 1250 à 1280 est remarquable pour les persiennes sur les noyaux.)

Maintenant C^6 est égal à C en largeur et en obscurité, mais la raie C^6 reste intacte sur la tache, pendant que C s'évanouit complétement. Les persiennes entre C et 719,5 croissent fortement sur le noyau.

» A $6^h 40^m$, le filet brillant reste encore visible dans le groupe qui précède. Mais les raies D sont très-renforcées et dilatées, et cependant elles se dilatent davantage sur les noyaux (le Soleil est à $1°,5$ environ de l'horizon). Mais les lignes vives du vert restent intactes et ne changent point, pendant que les persiennes voisines deviennent très-sombres. A $6^h 47^m$, l'espace δ est très-sombre, et cependant il devient plus noir dans le noyau. Mais l'agitation de l'air devient alors si grande, qu'on ne peut plus suivre les différences.

» De cet exposé il résulte qu'un grand nombre de raies et de bandes qui sont dues sans doute aux gaz existants dans notre atmosphère, se trouvent aussi renforcées dans les noyaux. Il y a cependant des différences : la plus remarquable était celle des deux raies sur lesquelles j'ai insisté : C qui s'évanouit dans la tache, et C^6 qui reste intacte. En général, les persiennes paraissent tenir à l'absorption des gaz composés et particulièrement de la vapeur d'eau. Mais cette étude demande de nouvelles recherches, et tout ce que je viens de dire n'est, pour ainsi dire, qu'un programme de ce qui reste à faire.



» *P. S.* Après avoir fini cette Lettre, je regarde le Soleil : il a un nombre très-grand de taches, 33 en plusieurs groupes. La plus grande est celle que j'avais dessinée le 14 avril : la figure ci-contre a été exécutée d'après une photographie du dessin fait ce jour-là. Elle garde encore sa structure

générale, mais le pont est brisé! Sur ce pont, la raie de l'hydrogène devient renversée! Avant-hier, une tache se trouvait au bord, sur le point de disparaître; dans les facules, il y avait une protubérance rouge de 122 secondes au moins de hauteur. Elle était formée d'un nuage superposé à une grande flamme, et les deux étaient presque séparées. Tout le Soleil ce matin est granulé et recouvert de feuilles : il semble que ces grandes taches ne sont qu'une manifestation plus intense de cette granulation. La zone équatoriale est comme toute parsemée de flocons blancs, sur un fond gris. Après le minimum de 1867, les taches de cette nouvelle période paraissent à une latitude plus élevée, comme cela arriva dans la période antérieure. Cette période décennale a donc une cause très-importante dans le Soleil; toute sa masse en est influencée (1). »

M. Larrey fait hommage à l'Académie des *Recherches et observations sur la hernie lombaire* qu'il a communiquées à l'Académie de Médecine, à propos d'un cas rare présenté par l'un de ses collègues.

« En faisant, dit-il, cette présentation, M. Hardy croyait, comme la plupart des chirurgiens eux-mêmes, que les faits de ce genre se réduisaient à trois ou quatre exemples, et on attribuait généralement à J.-L. Petit la première description de la hernie lombaire.

» M. H. Larrey, pour rectifier cette double erreur, avait entrepris autrefois les recherches qu'il vient de publier aujourd'hui seulement, avec une observation détaillée, recueillie en 1851, dans son service de clinique chirurgicale au Val-de-Grâce. Or, au lieu de trois ou quatre faits, toujours cités jusque-là, il en expose vingt-cinq, dont il fait l'analyse, et démontre que deux des plus remarquables et des plus complets, appartenant à Garengeot et à Ravaton, avaient précédé l'observation inachevée de J.-L. Petit.

» Des remarques formulant les conclusions de ce travail justifient l'expression de hernie lombaire, d'après son siége anatomique, en expliquent le mécanisme par des causes tantôt spontanées, tantôt traumatiques, en précisent le diagnostic et en simplifient le traitement, au point de vue de la chirurgie conservatrice. »

M. Sédillot fait hommage à l'Académie d'un opuscule portant pour titre : « Clinique chirurgicale de Strasbourg. Ovariotomie; guérison ». Ce Mémoire est présenté à l'Académie, de la part de l'auteur, par M. le Baron Larrey.

(1) L'Académie a décidé que les deux Lettres du P. Secchi, qui, réunies, dépassent les limites réglementaires, seraient néanmoins insérées l'une et l'autre dans le *Compte rendu* actuel.

M. G. Rose fait hommage à l'Académie d'une brochure extraite des Mémoires de l'Académie des Sciences de Berlin, et relative aux « canaux creux existant dans le spath calcaire ».

M. de Caligny, nommé Correspondant pour la Section de Mécanique dans la séance précédente, adresse ses remercîments à l'Académie.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

Un Auteur anonyme, dont le nom est contenu dans un pli cacheté, adresse, pour le concours du grand prix de Mathématiques à décerner en 1869, une solution de la question relative à l'accélération du moyen mouvement de la Lune, avec cette épigraphe : « Toute la vérité et rien que la vérité. » (Art. 317 du Code d'Instruction criminelle.)

(Renvoi à la future Commission.)

M. de Kérikuff adresse une Note relative à la scintillation des étoiles, dont il pense avoir donné, dans une Note présentée à l'Académie le 2 décembre 1861, une explication semblable à celle qui aurait été proposée récemment par M. Respighi.

(Commissaires nommés pour la Note précédente : MM. Lamé, Le Verrier, Bertrand.)

M. Barnett soumet au jugement de l'Académie un Mémoire relatif à un système de nageoires qui rendraient la natation plus facile et plus rapide pour l'homme.

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre de l'Instruction publique informe l'Académie que, par suite de l'opinion exprimée dans le Rapport fait le 28 décembre 1868 sur la collection d'objets de l'âge de pierre découverts à Java et offerts au gouvernement français par *M. Van de Poël*, et sur la proposition de M. le Ministre des Affaires étrangères qui a signalé à l'Empereur l'importance de ce don, M. Van de Poël a été nommé chevalier de la Légion d'honneur.

L'Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Rouen adresse un exemplaire du Précis de ses travaux pendant l'année 1867-1868.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la

Correspondance : 1° un ouvrage de *M. Ville* portant pour titre : « Voyage d'exploration dans les bassins du Hodna et du Sahara »; 2° une brochure de *MM. Delesse* et *de Lapparent*, contenant les « extraits de géologie » publiés par eux dans les *Annales des Mines* en 1868.

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Lettre* adressée à M. le Président, *pour une rectification concernant trois pièces de la Correspondance de Galilée, citées par* M. Chasles; *par* **M. Govi** (1).

« Turin, ce 4 mai 1869.

» Par une Note insérée dans le *Compte rendu* de la séance du 22 février dernier, M. Chasles m'avait « prié de m'informer d'une Lettre de Galilée du » 5 novembre 1639, qui se trouvait (lui avait-on dit) dans le tome V du » *Recueil* de ses Correspondances, et qu'on lui signalait *comme autographe* » *et même d'une main très-ferme.* » Il avait en outre ajouté qu'il pouvait être intéressant de faire connaître deux Lettres de Galilée, non comprises dans le même *Recueil*, l'une du 10 mai 1640 et l'autre du 9 mars 1641, et non mentionnées par M. Alberi.

» Je répondis de Florence le 26 mars, que parmi les manuscrits de Galilée qui se trouvent à la Bibliothèque nationale de Florence je n'avais rencontré « ni la Lettre de Galilée du 5 novembre 1639, qu'on avait signalée à » M. Chasles comme autographe et même d'une main très-ferme, ni les » deux Lettres de Galilée non comprises dans le même *Recueil*, etc., etc. » Ma Lettre a été insérée dans les *Comptes rendus*, t. LXVIII, p. 774 à 778.

» Cette réponse me semblait assez claire, mais il paraît que tous n'en ont point jugé de même, puisque je vois dans le dernier numéro des *Comptes rendus* que la poste vient de me remettre (n° 17, 26 avril 1869), une nouvelle communication de M. Chasles, dans laquelle, revenant sur la Lettre du 5 novembre 1639, il oppose à mon affirmation un document signé par M. Carbone (conservateur des manuscrits) et par deux autres employés de la Bibliothèque nationale de Florence.

» Ces messieurs déclarent que le tome IV de la première Partie de la collection galiléenne contient à la page 105 *bis* une Lettre de Galilée du 5 novembre 1639. Malheureusement il se trouve que *cette lettre n'est point autographe d'une main ferme*, mais simplement écrite par Vincent Galilei, *fils*, et non pas *neveu*, de Galilée (comme il est dit par un *lapsus calami* dans le

(1) *Voir* la réponse de M. Chasles à cette Lettre, aux Communications des Membres de l'Académie, p. 1071.

document signé de M. Carbone). Elle n'est donc pas la Lettre que M. Chasles avait signalée à mon attention, et voilà pourquoi je n'en ai point parlé dans ma communication à l'Académie.

» M. Chasles se demande comment il se fait que je n'aie point trouvé cette Lettre dans aucune des deux séries des Mss. Galiléens? La réponse est bien simple.

» La Lettre du 5 novembre 1639 *non autographe*, dont M. Chasles n'avait que faire pour la défense de sa thèse, je la connaissais parfaitement, puisqu'elle est imprimée en entier dans le tome XV (p. 257 à 259) de l'édition de M. Alberi; mais pouvais-je penser que M. Chasles et M. Charavay me questionnaient sur ce document bien connu et *non autographe?*

» Si j'avais su que c'était la Lettre de Galilée à François Rinuccini que M. Chasles m'avait prié de chercher, j'aurais été en mesure de le renseigner là-dessus aussi bien que personne, et j'aurais pu lui dire qu'elle ne faisait point partie du *Recueil* à l'époque de la publication de M. Alberi, qu'elle y fut introduite plus tard, ce qui explique le *bis* ajouté à son numéro d'ordre, et que c'est même d'après *mes* indications que M. Carbone l'a portée sur la table du tome IV, où l'on avait oublié de l'inscrire lors de son intercalation parmi les autres documents du même volume.

» Mais comment aurais-je pu penser qu'une Lettre *non autographe* (*et déjà publiée*) avait été prise pour *autographe et même d'une main très-ferme?*

» La ressemblance entre l'écriture de Galilée et celle de son fils Vincent n'est pas tellement grande qu'on ne puisse les distinguer parfaitement bien l'une de l'autre, surtout par la comparaison avec les autres Documents autographes qui se trouvent dans le même *Recueil*. Elles ont cet air de famille que présentent les écritures d'une même époque, surtout quand elles sont plus soignées, comme c'est le cas de cette Lettre, que Galilée adressait à François Rinuccini, ambassadeur de Toscane à Venise; mais les différences n'y sont pas si petites qu'il faille être expert en écriture pour les apercevoir.

» Quant aux deux autres Lettres signalées à mon attention par M. Chasles, je n'ai besoin de rien ajouter à ce que j'en ai écrit dans ma communication du 26 mars dernier. Elles n'existent pas (du moins avec les dates que M. Chasles ou M. Charavay leur ont assignées) dans le grand *Recueil* de la Bibliothèque de Florence, ni hors de ce *Recueil*, autant du moins que cela est à la connaissance de M. Canestrini, Directeur de l'Établissement, de M. Carbone et des autres employés à la Bibliothèque.

Les deux Lettres, en dehors du *Recueil*, l'une du 19 mai 1640, l'autre du 29 mars 1641, *non autographes* et ayant appartenu à la Bibliothèque *Rinuccini*, qui sont à présent dans un porte-feuille de la Bibliothèque natio-

nale, ont été publiées par M. Alberi dans le tome VII (p. 310 à 312 et p. 361 à 363), et celle du 19 mai 1640 a même été reproduite par lui dans le tome XV (p. 259 à 261), à la suite de celle du 5 novembre 1639.

» Et voilà pourquoi dans la déclaration de M. Carbone il ne se trouve pas un mot des deux Lettres du 16 mai 1640 et du 9 mars 1641 que M. Carbone, ni personne, ne connaît à la Bibliothèque nationale de Florence.

» J'espère, Monsieur le Président, que vous voudrez bien donner place dans les *Comptes rendus* à cette *rectification* que la dernière communication de M. Chasles m'oblige de vous adresser, malgré la promesse que j'avais faite à l'Académie de ne plus revenir sur cette triste affaire des manuscrits possédés par l'illustre géomètre. »

ANALYSE GÉOMÉTRIQUE. — *Sur les équations fondamentales du problème de la déformation des surfaces.* Note de **M. Aoust**, présentée par M. Le Verrier.

« 1. Edmond Bour, après avoir établi dans son Mémoire sur la *déformation des surfaces* les équations fondamentales des surfaces applicables sur une surface donnée, équations relatives aux lignes géodésiques et à leurs orthogonales, s'exprime ainsi : « Réciproquement, on peut dire que mes » équations fondamentales sont renfermées, plus ou moins implicitement, » dans celles des coordonnées curvilignes, de sorte qu'il ne serait pas im- » possible de tirer synthétiquement de ces dernières tous les éléments de la » déformation des surfaces. » Le but de cette Note est de tirer de notre *Théorie des coordonnées curvilignes*, non-seulement les équations fondamentales de Bour, mais encore différents systèmes d'équations fondamentales également propres à résoudre le problème de la déformation des surfaces, et de montrer que, malgré leur généralité, elles ne sont pas dénuées de simplicité. Nous conservons les notations de notre *Théorie*, mais nous admettons que la surface ρ_1 est coupée orthogonalement par les deux surfaces ρ et ρ_2, qui se coupent entre elles sous un angle quelconque φ_1 ; les arcs coordonnés élémentaires sont $d\sigma_1$ normal à la surface ρ_1 et $d\sigma$, $d\sigma_2$ situées sur cette surface.

» 2. *Premier système.* — On prend pour inconnues, au nombre de quatre, les composantes obliques suivant $d\sigma$, $d\sigma_2$ des quotients des angles de deux normales à la surface ρ_1 infiniment voisines, menées aux extrémités des arcs $d\sigma$, $d\sigma_2$ par ces deux arcs. Ces quotients, qui sont de l'ordre des courbures, se présentent textuellement dans notre *Théorie;* car, du moment

que la surface ρ_1 coupe orthogonalement les deux surfaces ρ et ρ_2, ils ne sont autre chose que les courbures inclinées des deux arcs $d\sigma$ et $d\sigma_2$ suivant l'élément $d\sigma_1$; ces courbures sont $\frac{1}{\mathcal{L}_{10}}, \frac{1}{\mathcal{L}_{12}}$ et leurs composantes obliques sont $\frac{1}{l_{10}^{(0)}}, \frac{1}{l_{10}^{(1)}}, \frac{1}{l_{10}^{(2)}}; \frac{1}{l_{12}^{(0)}}, \frac{1}{l_{12}^{(1)}}, \frac{1}{l_{12}^{(2)}}$; de même que les composantes obliques des courbures propres $\frac{1}{\mathcal{R}}, \frac{1}{\mathcal{R}_2}$ des deux arcs $d\sigma$, $d\sigma_2$ sont $\frac{1}{r^{(0)}}, \frac{1}{r^{(1)}}, \frac{1}{r^{(2)}}; \frac{1}{r_2^{(0)}}, \frac{1}{r_2^{(1)}}, \frac{1}{r_2^{(2)}}$. Cela posé, remarquons que les types (14) et (15) de notre *Théorie* (première Partie), lorsqu'on introduit la condition que la surface ρ_1 coupe orthogonalement les surfaces ρ et ρ_2, donnent les équations suivantes :

$$(14')\qquad \frac{1}{l_{10}^{(0)}} + \frac{\cos\varphi_1}{l_{10}^{(2)}} = -\frac{1}{r_0^{(1)}} = -\frac{1}{\mathrm{R}_0''}, \quad \frac{1}{l_{12}^{(2)}} + \frac{\cos\varphi_1}{l_{12}^{(0)}} = -\frac{1}{r_2^{(1)}} = -\frac{1}{\mathrm{R}_2};$$

$$(15')\qquad \frac{1}{l_{10}^{(2)}} + \frac{\cos\varphi_1}{l_{10}^{(0)}} = -\frac{1}{l_{20}^{(1)}} = -\frac{1}{\mathrm{L}_{20}}, \quad \frac{1}{l_{12}^{(0)}} + \frac{\cos\varphi_1}{l_{12}^{(2)}} = -\frac{1}{l_{02}^{(1)}} = -\frac{1}{\mathrm{L}_{02}''}.$$

Or, si l'on porte les valeurs des composantes normales des courbures données par ces relations dans l'équation suivante, que nous avons établie dans notre Mémoire sur la *Courbure des surfaces* :

$$(a')\qquad \frac{\sin^2\varphi_1}{\mathrm{K}_n'^2} = \frac{1}{r^{(1)} r_0^{(1)}} - \frac{1}{l_{02}^{(1)} l_{20}^{(1)}},$$

dans laquelle $\frac{1}{\mathrm{K}_n'^2}$ représente la courbure de la surface ρ_1, on obtiendra l'équation

$$(a)\qquad \frac{1}{\mathrm{K}'^2} = \frac{1}{l_{10}^{(0)} l_{12}^{(2)}} - \frac{1}{l_{12}^{(0)} l_{10}^{(2)}}.$$

A cette relation, il faut joindre l'équation

$$(b)\qquad \frac{1}{l_{10}^{(2)}} + \frac{\cos\varphi_1}{l_{10}^{(0)}} = \frac{1}{l_{12}^{(0)}} + \frac{\cos\varphi_1}{l_{12}^{(2)}},$$

provenant de ce que les composantes normales $\frac{1}{l_{20}^{(1)}}, \frac{1}{l_2^{(1)}}$ des courbures inclinées des arcs $d\sigma$, $d\sigma_2$ étant égales, d'après l'équation (32) de notre *Théorie des coordonnées curvilignes* (première Partie), leurs expressions données par les équations (15') écrites ci-dessus sont égales.

» Si maintenant on remarque que la surface ρ_1 coupant orthogonalement les surfaces ρ et ρ_2, les courbures inclinées $\frac{1}{\mathcal{L}_{10}}, \frac{1}{\mathcal{L}_{12}}$ sont normales à l'élément $d\sigma_1$, et que, par suite, les composantes $\frac{1}{l_{10}^{(1)}}, \frac{1}{l_{12}^{(1)}}$ suivant cet élément

sont nulles, les équations (33) de la *Théorie des coordonnées curvilignes* donnent d'emblée les équations suivantes :

$$(c)\quad \frac{d}{d\sigma}\left(\frac{1}{l^{(0)}_{12}}\right)-\frac{d}{d\sigma_2}\left(\frac{1}{l^{(0)}_{10}}\right)=\frac{1}{l^{(0)}_{10}}\frac{1}{l^{(0)}_{20}}+\frac{1}{l^{(0)}_{12}}\left(\frac{1}{l^{(2)}_{20}}-\frac{1}{l^{(2)}_{02}}-\frac{1}{r^{(0)}}\right)+\frac{1}{l^{(2)}_{10}}\frac{1}{r^{(0)}_{2}}+\frac{1}{l^{(2)}_{12}}\frac{1}{l^{(2)}_{20}},$$

$$(d)\quad \frac{d}{d\sigma^2}\left(\frac{1}{l^{(2)}_{10}}\right)-\frac{d}{d\sigma}\left(\frac{1}{l^{(2)}_{12}}\right)=\frac{1}{l^{(2)}_{12}}\frac{1}{l^{(2)}_{02}}+\frac{1}{l^{(2)}_{10}}\left(\frac{1}{l^{(0)}_{02}}-\frac{1}{l^{(0)}_{20}}-\frac{1}{r^{(2)}_{2}}\right)+\frac{1}{l^{(0)}_{12}}\frac{1}{r^{(2)}_{0}}+\frac{1}{l^{(0)}_{10}}\frac{1}{l^{(0)}_{02}},$$

lesquelles sont linéaires et aux différences partielles.

» Les équations (a), (b), (c), (d) sont les quatre équations du premier système par rapport aux quatre inconnues $\frac{1}{l^{(0)}_{12}}$, $\frac{1}{l^{(2)}_{12}}$, $\frac{1}{l^{(0)}_{10}}$, $\frac{1}{l^{(2)}_{10}}$; car, comme nous le prouverons bientôt, les coefficients de ces inconnues sont des fonctions déterminées des coordonnées ρ et ρ_2 du point situé sur la surface ρ_1.

» 3. *Deuxième système.* — Dans ce système, les inconnues du problème sont les deux composantes normales $\frac{1}{l^{(1)}_{20}}$, $\frac{1}{l^{(1)}_{02}}$ des courbures inclinées des mêmes arcs $d\sigma$, $d\sigma_2$ suivant leurs directions réciproques, et les composantes normales $\frac{1}{r^{(1)}}$, $\frac{1}{r^{(1)}_{2}}$ des courbures propres des mêmes arcs ; ces inconnues, ainsi que les équations fondamentales, se réduisent à trois, parce que les courbures $\frac{1}{l^{(1)}_{20}}$, $\frac{1}{l^{(1)}_{02}}$ sont égales ; la première équation est l'équation (a'), qui s'écrit sous la forme

$$(a')\qquad \frac{\sin^2\varphi_1}{K'^2_n}=\frac{1}{r^{(1)}r^{(1)}_{2}}-\left(\frac{1}{l^{(1)}_{02}}\right)^2;$$

les deux autres sont fournies immédiatement par la deuxième des équations (34) de la *Théorie des coordonnées curvilignes*, n° 18, dans laquelle il faut poser nulles les courbures $\frac{1}{l^{(1)}_{10}}$, $\frac{1}{l^{(1)}_{12}}$, d'après une remarque déjà faite. Ces équations sont

$$(c')\quad \frac{d}{d\sigma_2}\left(\frac{1}{l^{(1)}_{02}}\right)-\frac{d}{d\sigma}\left(\frac{1}{r^{(1)}_{2}}\right)=\frac{1}{l^{(1)}_{02}}\left(\frac{1}{r^{(2)}_{2}}+\frac{1}{l^{(0)}_{02}}-\frac{2}{l^{(0)}_{20}}\right)+\frac{1}{r^{(1)}_{2}}\left(\frac{1}{l^{(2)}_{02}}-\frac{2}{l^{(2)}_{20}}\right)+\frac{1}{r^{(1)}}\frac{1}{r^{(0)}_{2}},$$

$$(d')\quad \frac{d}{d\sigma}\left(\frac{1}{k^{(1)}_{02}}\right)-\frac{d}{d\sigma_2}\left(\frac{1}{r^{(1)}}\right)=\frac{1}{l^{(1)}_{02}}\left(\frac{1}{r^{(0)}}+\frac{1}{l^{(2)}_{20}}-\frac{2}{l^{(2)}_{02}}\right)+\frac{1}{r^{(1)}}\left(\frac{1}{l^{(0)}_{20}}-\frac{2}{l^{(0)}_{02}}\right)+\frac{1}{r^{(1)}_{2}}\frac{1}{r^{(2)}}.$$

» Si l'on introduit dans ces équations la double hypothèse que les courbes $d\sigma$, $d\sigma_2$ se coupent orthogonalement, et que l'une des deux est géodésique, on obtient le système des trois équations de Bour.

» 4. *Troisième système.* — Ce système a une grande parenté avec le pré-

cédent, dont il ne diffère qu'en ce que les composantes normales des courbures inclinées des arcs $d\sigma$, $d\sigma_2$ y sont remplacées par leurs expressions en fonction des deuxièmes courbures géodésiques $\frac{1}{V_0}$, $\frac{1}{V_2}$ des mêmes arcs par rapport à la surface ρ_1, expressions que nous avons établies dans notre Mémoire sur la *Courbure des surfaces* [équations (12')]. On a donc les quatre équations

$$(b'') \qquad \frac{1}{l_{20}^{(1)}} = \frac{\cos\varphi_1}{r_0^{(2)}} - \frac{\sin\varphi_1}{V_0} = \frac{\cos\varphi_1}{r_2^{(1)}} + \frac{\sin\varphi_1}{V_2} = \frac{1}{l_{02}^{(1)}},$$

$$(a'') \qquad \frac{\sin^2\varphi_1}{K_n'^2} - \frac{1}{r_0^{(1)} r_2^{(1)}} = \left(\frac{\cos\varphi_1}{r_0^{(1)}} - \frac{\sin\varphi_1}{V_0}\right)^2,$$

$$(c'') \quad \frac{d}{d\sigma}\left(\frac{1}{r_2^{(1)}}\right) - \cos\varphi_1 \frac{d}{d\sigma_2}\left(\frac{1}{r_0^{(1)}}\right) + \sin\varphi_1 \frac{1}{d\sigma_2}\left(\frac{1}{V_0}\right) = \frac{2\sin\varphi_1}{l_{20}^{(0)} V_2} + \frac{\tan\varphi_1}{l_{20}^{(2)}}\left(\frac{1}{V_0} + \frac{1}{V_2}\right),$$

$$(d'') \quad \frac{d}{d\sigma_2}\left(\frac{1}{r^{(1)}}\right) - \cos\varphi_1 \frac{d}{d\sigma}\left(\frac{1}{r_2^{(1)}}\right) - \sin\varphi_1 \frac{d}{d\sigma}\left(\frac{1}{V_2}\right) = -\frac{2\sin\varphi_1}{l_{02}^{(2)} V_0} - \frac{\tan\varphi_1}{l_{02}^{(0)}}\left(\frac{1}{V_0} + \frac{1}{V_2}\right);$$

entre les quatres inconnues $\frac{1}{r_0^{(1)}}$, $\frac{1}{r_2^{(1)}}$, $\frac{1}{V_0}$, $\frac{1}{V_2}$. Dans ce système, comme dans les précédents, les équations aux différences partielles sont linéaires par rapport aux inconnues et à leurs dérivées.

» 5. *Nature des coefficients de ces équations.* — Dans le problème des surfaces applicables sur une surface, les données sont les expressions des arcs $d\sigma$, $d\sigma_2$, et du cosinus de l'angle φ_1 de ces deux arcs en fonction des coordonnées ρ et ρ_1 du point pris sur la surface. Or la *Théorie des coordonnées curvilignes* fournit les valeurs des coefficients des équations fondamentales de chaque système en fonction de ces données. En effet, ces divers coefficients ne dépendent que de l'angle φ_1 et des composantes des courbures propres $\frac{1}{\mathfrak{R}}$, $\frac{1}{\mathfrak{R}_2}$ ou des courbures inclinées $\frac{1}{\mathfrak{L}_{02}}$, $\frac{1}{\mathfrak{L}_{20}}$, suivant les arcs $d\sigma$, $d\sigma_2$; or, par suite des équations (18) et (19) de la *Théorie des coordonnées curvilignes* (première Partie), ces composantes ne dépendent elles-mêmes que des variations des arcs coordonnés. Mais il faut de plus démontrer par la même théorie que la courbure $\frac{1}{K_n'^2}$ de la surface ρ_1 s'exprime aussi en fonction des mêmes variations. Ce point essentiel ressort évidemment de nos équations. En effet, si l'on remarque que par suite des équations (14') et (15') de la présente Note, l'on a

$$\frac{\cos\varphi_1}{K_n'^2} = \frac{1}{r_{20}^{(1)} l_{10}^{(2)}} - \frac{1}{l_{20}^{(1)} l_{12}^{(2)}}, \quad \frac{1}{K_n'^2} = \frac{-1}{l_{20}^{(1)} l_{12}^{(0)}} - \frac{1}{l_{10}^{(0)} r_2^{(1)}},$$

et qu'on pose, pour abréger,

$$\frac{1}{K_t'^2} = \frac{1}{r_0^{(2)} r_2^{(0)}} - \frac{1}{l_{20}^{(0)} l_{02}^{(2)}},$$

les équations (31) de la *Théorie des coordonnées curvilignes* donnent directement les deux équations suivantes :

$$-d\sigma\, d\sigma_2 \left(\frac{1}{K_n'^2} + \frac{\cos\varphi_1}{K_t'^2}\right) = d_2 \frac{d\sigma}{l_{20}^{(0)}} - d_0 \frac{d\sigma_2}{r_2^{(0)}} = d_2\left(\frac{J'_{20}}{\sin\varphi_1}\right) - d_0\left(\frac{I'_2}{\sin\varphi_1}\right),$$

$$d\sigma\, d\sigma_2 \left(\frac{1}{K_t'^2} + \frac{\cos\varphi_1}{K_n'^2}\right) = d_2 \frac{d\sigma}{l_{20}^{(2)}} - d_0 \frac{d\sigma_2}{r_2^{(2)}} = -d_2(J'_{20}\cot\varphi) - d_0(I'_2\cot\varphi_1).$$

» Si l'on multiplie la seconde par $\cos\varphi_1$ et qu'on ajoute le résultat à la première, on trouve l'équation

$$\frac{d\sigma\, d\sigma_2 \sin\varphi_1}{K_n'^2} = d_0 I'_2 - d_2 J'_{20},$$

laquelle donne la courbure $\frac{1}{K_n'^2}$ en fonction des variations des angles de contingence géodésique propre ou inclinée, et conséquemment en fonction des variations des arcs coordonnés, ce qui est la solution complète de la première partie du problème des surfaces applicables sur une surface donnée.

» Il serait aisé de démontrer que la même théorie donne un quatrième système d'équations fondamentales, dans lequel les inconnues seraient les deuxièmes courbures géodésiques des lignes $d\sigma$, $d\sigma_2$, et les composantes normales des courbures inclinées de ces deux lignes; mais ce que nous venons de dire suffit pour la pleine justification de l'assertion de Bour, et pour montrer que la déduction qu'il a entrevue se fait directement et sans effort. »

MÉCANIQUE. — *Sur la théorie des ondes liquides périodiques.* Note de **M. F. Reech**, présentée par M. Delaunay.

« M'étant occupé récemment de la résolution du problème d'un système régulier d'ondes liquides périodiques dans un canal horizontal à section rectangulaire d'une longueur indéfinie, je suis parvenu à des résultats qui me paraissent avoir un rapport immédiat avec le contenu de la Note de M. de Caligny, dans le *Compte rendu* du 26 avril dernier, p. 980.

» D'après mon analyse, la condition de continuité de la masse liquide exige que les courbes décrites par les particules liquides soient des circonférences de cercle et non des ellipses. Il doit en être ainsi dans l'entière

étendue de la masse. Au fond du canal, les rayons des circonférences doivent être nuls.

» En laissant de côté mes équations générales, et en réfléchissant directement sur ce qu'il est possible de concevoir dans un plan horizontal au fond du canal, je ne suis pas parvenu à comprendre que, dans ce plan, il puisse y avoir des mouvements alternatifs, tels que ceux d'un système d'ellipses dont l'axe vertical se réduirait à zéro, tandis que l'axe horizontal conserverait une longueur finie, ainsi que paraît l'admettre M. de Caligny, d'accord avec la théorie plus générale de M. Boussinescq faisant l'objet d'une Note dans le *Compte rendu* du 19 avril, p. 905.

» La profondeur de l'eau étant supposée infinie, je suis parvenu à représenter toutes les circonstances de l'état de mouvement par les équations que voici :

$$(1)\qquad \begin{cases} \xi = x - he^{\frac{\pi y}{l}} \sin\left(\frac{\pi x}{l} - t\sqrt{\frac{\pi g}{l}}\right), \\ \eta = y + he^{\frac{\pi y}{l}} \cos\left(\frac{\pi x}{l} - t\sqrt{\frac{\pi g}{l}}\right); \end{cases}$$

$$(2)\qquad \frac{p - \Pi}{\varpi} = -y - \frac{\pi h^2}{2l}\left(1 - e^{\frac{2\pi y}{l}}\right).$$

ξ, η sont les coordonnés variables d'une particule liquide le long de la circonférence de cercle décrite par cette particule autour d'un point x, y comme centre.

» Le rayon r de la circonférence est

$$r = he^{\frac{\pi y}{l}}.$$

» Les abscisses x sont comptées horizontalement suivant la longueur du canal.

» Les ordonnées y sont comptées verticalement de bas en haut.

» En faisant $y = 0$, on obtient, au moyen des équations (1), tous les points ξ, η à la surface libre. La ligne de ces points est une épicycloïde.

» $2l$ est la commune longueur des lames dans toute l'étendue du système.

» $2h$ est la hauteur de la lame à la surface libre.

» Il est nécessaire qu'on ait

$$\frac{h}{l} = \text{ ou } < \frac{1}{\pi},$$

afin que la ligne des points ξ, η à la surface libre soit tout au plus une cycloïde, c'est-à-dire une ligne à points de rebroussement, limite au delà

de laquelle la condition de continuité de la masse liquide ne serait plus satisfaite.

» A une profondeur quelconque z, c'est-à-dire à une hauteur $y = -z$, la hauteur de la lame est $2r$, c'est-à-dire

$$\frac{2h}{e^{\frac{\pi z}{l}}}$$

» A étant la vitesse de propagation des ondes, et T la demi-durée du parcours d'une des circonférences de cercle, on a

$$A = \sqrt{\frac{gl}{\pi}} \quad \text{et} \quad T = \sqrt{\frac{\pi l}{g}}.$$

» L'équation (2) a pour objet de faire connaître la pression p, qui, à un instant quelconque t, règne, non en x, y, mais au point mobile ξ, η qui décrit une circonférence de cercle autour du point x, y comme centre. Π est la pression atmosphérique à la surface libre; ϖ est le poids d'un mètre cube d'eau.

» Après avoir résolu ce cas simple, j'ai essayé de traiter le cas général d'une profondeur d'eau finie; mais les équations sont devenues tellement compliquées, qu'il m'a fallu renoncer à les développer explicitement et à les discuter. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'interpolation.* Note de **M. F. Tisserand**, présentée par M. Serret.

« Quand on veut obtenir la valeur numérique de l'intégrale $\int_{-1}^{+1} f(x)\,dx$, on attribue à x, $n+1$ valeurs $a, a_1, \ldots, a_n$ comprises entre -1 et $+1$, et par la formule d'interpolation de Lagrange, on détermine une fonction entière de degré n qui, coïncidant avec la fonction $f(x)$ pour les valeurs considérées de x, peut remplacer celle-ci dans une certaine mesure; la quadrature est alors

$$\sum_{\mu=0}^{\mu=n} R_\mu f(a_\mu),$$

$R, R_1, \ldots$ désignant des nombres indépendants de la nature de la fonction $f(x)$; soient $k, k_1, k_2, \ldots$ une série de nombres pareillement indépendants de la fonction considérée, $K, K_1, K_2, \ldots$ les coefficients du développement de $f(x)$ suivant les puissances de x, la correction de la

quadrature est

$$K_{n+1}\,k_{n+1}+\ldots.$$

Gauss a montré qu'en prenant pour les nombres a les racines de l'équation $X_{n+1}=0$, obtenue en égalant à zéro le coefficient de α^{n+1} dans le développement de $\frac{1}{\sqrt{1-2\alpha n+\alpha^2}}$, la correction est seulement

$$K_{2n+2}\,k_{2n+2}+\ldots;$$

l'approximation est doublée.

» Jacobi, considérant l'intégrale $\int_{-1}^{+1}\frac{F(x)}{\sqrt{1-x^2}}dx$, a cherché à réaliser la même approximation; $K, K_1, \ldots$ désignent alors les coefficients du développement de la fonction $F(x)$ suivant les puissances de x, et il a montré que les nombres a, a_1, $a_2, \ldots$ doivent être les racines de l'équation

$$\cos(\overline{n+1}\ \text{arc}\cos x)=0.$$

Or il arrive que, dans cette méthode, tous les coefficients $R, R_1, \ldots$ sont égaux entre eux, et que la quadrature est simplement

$$\frac{\pi}{n+1}\sum_{\mu=0}^{\mu=n}F\left[\cos\frac{(2\mu+1)\pi}{2(n+1)}\right].$$

» Voici comment on peut arriver à ce résultat. Soit U le produit

$$(x-a)(x-a_1)\ldots(x-a_n).$$

Le nombre R multiplié par la dérivée de U par rapport à x, pour $x=a$, est égal à l'intégrale

$$\int_{-1}^{+1}\frac{U}{x-a}\,\frac{dx}{\sqrt{1-x^2}},$$

et si l'on fait

$$\frac{U}{\sqrt{x^2-1}}=U'+U'',$$

U' étant la partie entière du développement du premier membre suivant les puissances de x, U'' la partie fractionnaire, on trouve que l'intégrale précédente est la valeur de $\pi U'$ pour $x=a$. D'autre part, on démontre aisément la relation

$$(n+1)U'=\frac{dU}{dx};$$

d'où l'on conclut que les nombres $R, R_1, \ldots$ sont tous égaux à $\frac{\pi}{n+1}$, ce qui démontre la formule annoncée.

» On peut énoncer ce résultat géométriquement : si, dans la circonférence de rayon 1, ayant pour centre l'origine des coordonnées, on inscrit un polygone régulier de $2(n+1)$ côtés, de manière que l'axe des x passe par les milieux de deux côtés opposés, la moyenne des ordonnées de la courbe $y = F(x)$, qui répondent aux sommets du polygone, multipliée par le nombre π, donnera une valeur très-approchée de l'intégrale $\int_{-1}^{+1} \frac{F(x)}{\sqrt{1-x^2}}dx$.

» La correction de la quadrature sera

$$K_{2n+2}\, k_{2n+2} + \ldots,$$

les nombres k étant des coefficients faciles à déterminer.

» Si dans l'intégrale considérée on remplace x par $\cos\zeta$, elle devient

$$\int_0^\pi F(\cos\zeta)\,d\zeta = \int_0^\pi \Phi(\zeta)\,d\zeta,$$

et la quadrature correspondante est

$$\frac{\pi}{n+1}\sum_{\mu=0}^{\mu=n} \Phi\left[\frac{(2\mu+1)\pi}{2(n+1)}\right].$$

Ainsi, pour évaluer cette intégrale, ou l'aire de la courbe

$$y = \Phi(\zeta)$$

comprise entre les ordonnées $\zeta = 0$ et $\zeta = \pi$, il suffit de faire une simple décomposition de l'aire en rectangles; et l'erreur ne dépend que des coefficients de $\cos^{2n+2}\zeta$, $\cos^{2n+3}\zeta, \ldots$, ou du coefficient de $\cos(2n+2)\zeta$, et des suivants, dans le développement de $F(\cos\zeta)$; tout autre système de valeurs des $n+1$ nombres a donnerait une erreur dépendant des coefficients de termes moins avancés dans la série, et par conséquent l'approximation serait diminuée.

» On peut appliquer ce qui précède à l'interpolation des suites périodiques; considérons, pour fixer les idées, une fonction paire de ζ

$$F(\zeta) = \frac{1}{2}B_0 + \sum_i B_i \cos i\zeta,$$

on a, comme on sait,

$$\pi B_i = 2\int_0^\pi F(\zeta)\cos i\zeta\, d\zeta,$$

et le problème de l'interpolation se trouve ramené à celui des quadratures. Si l'on fait intervenir $n+1$ valeurs de la fonction, la meilleure détermina-

tion de B_i sera

$$(n+1)B_i = 2F\left[\frac{2(\mu+1)\pi}{2(n+1)}\right]\sum_{\mu=0}^{\mu=n}\cos\left[i\frac{2(\mu+1)\pi}{2(n+1)}\right],$$

et l'erreur commise sur B_i ne dépendra que du coefficient de $\cos(2n+2-i)\zeta$ et des suivants dans le développement de $F(\zeta)$.

» La formule précédente coïncide avec celle qu'on obtient en limitant le développement de la fonction $F(\zeta)$ à ses $n+1$ premiers termes, donnant à ζ les $n+1$ valeurs que nous avons considérées, et résolvant les équations obtenues.

» Si l'on veut passer de là au cas d'une fonction périodique de deux variables que nous supposerons paire, on aura

$$F(\zeta, \zeta') = \frac{1}{2}B_{0,0} + \sum_i \sum_j B_{i,j}\cos i\zeta \cos j\zeta',$$

$$\pi^2 B_{i,j} = 4\int_0^\pi \cos j\zeta' d\zeta' \int_0^\pi F(\zeta, \zeta')\cos i\zeta d\zeta.$$

On sera conduit à se donner les $(n+1)^2$ valeurs de la fonction répondant aux valeurs de ζ et ζ' égales à

$$\frac{\pi}{2(n+1)}, \quad \frac{3\pi}{2(n+1)}, \ldots, \quad \frac{2(n+1)\pi}{2(n+1)};$$

la valeur qu'on en déduira pour $B_{i,j}$ sera très-exacte; l'erreur ne dépendra que du coefficient de $\cos(2n+2-i\zeta)\cos(2n+2-j\zeta')$ et des suivants, dans le développement de la fonction $F(\zeta, \zeta')$. Enfin, les valeurs ainsi obtenues seront les mêmes que celles qu'on aurait trouvées en limitant le développement de $F(\zeta)$ à ses $(n+1)^2$ premiers termes, donnant à ζ et ζ' les valeurs citées plus haut, et résolvant les équations obtenues. »

PHYSIQUE. — *Sur une illumination des gaz raréfiés produite par induction électrostatique.* Note de **M. F.-P. Le Roux**, présentée par M. Edm. Becquerel.

« On a beaucoup varié, dans ces dernières années, les dispositions des tubes renfermant des gaz raréfiés, destinés à s'illuminer par le passage d'un flux d'électricité à haute tension, ingénieux appareils auxquels est attaché le nom de M. Geissler, de Bonn. Cet habile constructeur livre depuis quelque temps au commerce des tubes de ce genre, mais entièrement dépourvus de conducteurs métalliques et qui s'illuminent par le simple frottement.

On peut également les illuminer en les tenant à la main par un bout, tandis qu'on présente l'autre au plateau d'une machine électrique, soit à frottement, soit d'influence. Or on n'a pas tardé à s'apercevoir que tous les tubes ordinairement destinés à l'emploi de l'étincelle des bobines de M. Ruhmkorff pouvaient s'illuminer par le frottement, et depuis quelque temps MM. Alvergniat frères construisent avec un parfait succès, à l'imitation de de M. Geissler, mais sans s'astreindre aux formes adoptées par l'inventeur, des tubes lumineux par le frottement.

» M. Alvergniat ayant eu l'obligeance de mettre à ma disposition plusieurs tubes de ce genre, je ne tardai pas à reconnaître deux circonstances bien distinctes dans les phénomènes dont il s'agit. On peut en effet remarquer que l'illumination est due à la fois à des décharges s'effectuant dans toute la longueur des tubes et à des courants locaux : on peut facilement constater, dans la plupart des cas, un maximum d'illumination qui se déplace dans le tube en suivant le frottoir qui électrise celui-ci. J'ai conclu de cette circonstance qu'il y avait là un phénomène d'induction électrostatique, et cette idée s'est trouvée confirmée par un grand nombre d'expériences, dont je décrirai brièvement les principales.

» En plaçant un tube de Geissler sur une lame mince de caoutchouc durci, que l'on frotte sur la face opposée à celle qui regarde le tube, on voit celui-ci s'illuminer successivement dans chacune des parties, l'illumination progressant avec le frottoir. Cette expérience peut même réussir en maintenant le tube à une notable distance de la lame de caoutchouc.

» Un corps électrisé étant approché assez vivement d'un vase de verre bien sec (tubes de toutes formes, ballons, couronnes, etc.), contenant un gaz assez raréfié pour être conducteur (hydrogène, protoxyde d'azote, etc.), détermine l'apparition d'une lueur souvent fort brillante. Le même effet se produit quand on éloigne le corps électrisé. Celui-ci n'a d'ailleurs pas besoin d'être fortement chargé pour que les effets soient sensibles : une lame de caoutchouc durci qu'on électrise par le frottement peut servir, pendant plusieurs minutes, à des expériences de ce genre.

» L'illumination n'a lieu que pendant le mouvement du corps électrisé, c'est-à-dire pendant que varie la distance de celui-ci aux différentes parties du vase renfermant le gaz raréfié. Il se produit un véritable courant, qui va des parties influencées positivement à celles qui le sont négativement, ou, en général, qui s'établit entre les parties entre lesquelles la différence est le plus considérable. C'est ainsi que, si l'on tient le vase à la main, on voit le plus souvent le flux lumineux aboutir à la région que celle-ci occupe.

» Un plateau de verre ou de caoutchouc électrisé tournant devant un tube isolé, renfermant du gaz à un état convenable de raréfaction, n'y produit aucune illumination; mais celle-ci apparaît si l'on a pratiqué de larges et profondes solutions de continuité sur le contour de ce plateau.

» Avec une lame de caoutchouc durci, préalablement électrisée, mise en rotation autour d'un axe perpendiculaire à son plan, on peut illuminer un tube de forme circulaire, rempli de protoxyde d'azote, par exemple, sous une pression de 3 à 4 millimètres de mercure.

» L'état de la surface du verre a une grande influence sur la manifestation de ces phénomènes; il est utile qu'elle soit dans certaines conditions de sécheresse et de propreté. L'addition de l'acide sulfurique fumant au protoxyde d'azote, pratiquée depuis longtemps pour augmenter la persistance de la phosphorescence, réussit également dans mes expériences à accroître l'illumination; mais on doit se prémunir contre la présence d'une couche continue d'acide sulfurique sur les parois des tubes : cette circonstance rend les phénomènes très-capricieux.

» La nature inductive des phénomènes dont il s'agit n'est pas douteuse; mais quel est le siége du dégagement d'électricité qui se manifeste par l'illumination du gaz? C'est d'abord, et pour la plus grande partie, le verre de l'enveloppe; mais diverses circonstances me donnent lieu de penser qu'une induction produite dans la masse du gaz concourt aussi à produire les effets observés.

» L'influence de l'enveloppe est certainement prédominante, et les effets varient beaucoup avec la nature du verre et les conditions dans lesquelles il se trouve. C'est ainsi que, lorsqu'on approche ou qu'on éloigne un corps électrisé de certains tubes, on observe tantôt une décharge continue croissante ou décroissante, tantôt une décharge instantanée. Ce dernier effet est particulièrement produit par les tubes qui contiennent de l'acide sulfurique.

» Au reste, l'électrisation par simple frottement des tubes contenant des gaz raréfiés présente certaines circonstances difficiles à expliquer. C'est ainsi qu'un tube renfermant du protoxyde d'azote et de l'acide sulfurique, qui s'illuminait d'une manière splendide par le frottement, ayant été chauffé dans l'intention de faire distiller l'acide sulfurique d'une partie dans une autre, a perdu la propriété de s'électriser par le frottement dans la partie qui avait été chauffée, tandis qu'il s'illumine toujours aussi vivement par l'induction d'un corps électrisé.

» Je ne terminerai pas cette Note sans remercier M. Alvergniat de son habile concours. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur les équilibres chimiques entre le carbone, l'hydrogène et l'oxygène* (fin); *par* **M. Berthelot.**

« II. *Décomposition de la vapeur d'eau.* — Cette décomposition offre les mêmes caractères généraux que celle de l'acide carbonique.

» 1. *La décomposition de l'eau gazeuse ne tend vers aucune limite fixe,* pas plus que celle de l'acide carbonique. Elle ne peut pas être poussée aussi loin.

» 2. La présence d'un excès convenable d'eau gazeuse empêche la combinaison de l'oxygène avec l'hydrogène.

» 3. Sous l'influence d'une série prolongée d'étincelles, une petite quantité d'hydrogène ou d'oxygène, en présence d'un grand excès du gaz antagoniste, se change entièrement en eau.

» La place me manque pour développer ces expériences : je me bornerai à dire qu'elles ont été faites dans une éprouvette chauffée à 100 degrés, et sur de l'eau maintenue en totalité à l'état gazeux.

» III. *Équilibres entre l'hydrogène, l'oxygène et le carbone.*

» 1. L'équilibre entre l'oxygène et l'hydrogène d'une part, entre l'oxygène et le carbone d'autre part, se trouve ainsi défini dans les systèmes gazeux; j'ai d'ailleurs défini par d'autres expériences l'équilibre entre le carbone et l'hydrogène. Il reste maintenant à faire concourir dans un même système gazeux le carbone, l'hydrogène et l'oxygène.

» Deux cas généraux se présentent, à savoir : la réaction de l'hydrogène sur l'oxyde de carbone pur, et la réaction de l'hydrogène sur les systèmes qui renferment de l'acide carbonique (ou la réaction équivalente de la vapeur d'eau sur les systèmes contenant de l'oxyde de carbone).

» J'ai déjà étudié la réaction de l'hydrogène sur l'oxyde de carbone et j'ai montré qu'elle donne naissance à de l'acétylène, en même temps qu'à de l'eau et à de l'acide carbonique : ce sont là des produits trop nombreux pour qu'il soit opportun d'aborder encore l'étude numérique des équilibres qui président à leur formation.

» 2. Au contraire, la présence d'une quantité notable de vapeur d'eau, ou d'acide carbonique, s'oppose à la formation de l'acétylène, ce qui simplifie les systèmes correspondants. La réaction de l'hydrogène sur l'acide carbonique offre d'ailleurs un intérêt théorique tout spécial, car son étude permet de vérifier par une méthode nouvelle les résultats que M. Bunsen a annoncés, relativement au partage de l'oxygène suivant des rapports simples et par sauts brusques entre deux gaz combustibles, tels que l'hydrogène et l'oxyde de carbone. Or à tout mélange explosif, formé d'hydrogène,

d'oxyde de carbone et d'oxygène, répondent une infinité de systèmes équivalents et non explosifs, formés de vapeur d'eau, d'acide carbonique, d'hydrogène et d'oxyde de carbone. Au lieu d'opérer par réaction brusque et avec explosion, comme M. Bunsen, on peut donc opérer par réaction progressive.

» 3. J'ai d'abord tenté ces réactions par la simple action de la chaleur, dans des tubes de verre scellés, dans des tubes de porcelaine rouge de feu, dans des ballons de porcelaine scellés.....

» 4. J'ai dû me restreindre à l'action prolongée d'une série d'étincelles.

» Mais ici se présente une difficulté : à la température ordinaire, l'eau qui prend naissance se condense à mesure sur les parois des éprouvettes et sort ainsi du champ de l'action chimique : le système cessant d'être homogène, on obtient des résultats variables et dont il n'est permis de tirer aucune conséquence théorique. J'ai donc opéré de façon à maintenir l'eau à l'état gazeux, c'est-à-dire dans des éprouvettes échauffées à 100 degrés par un courant de vapeur d'eau. Parmi les expériences que j'ai faites, je citerai seulement les deux suivantes comme les plus décisives.

» J'ai pris les mélanges suivants :

Hydrogène.........	20,0	Hydrogène.........	20,0
Acide carbonique....	20,0	Acide carbonique.....	20,0
Oxyde de carbone....	40,8	Oxyde de carbone....	21,5

» Ces deux mélanges offrent une composition équivalente aux deux systèmes explosifs que voici :

Hydrogène.........	20,0	Hydrogène.........	20,0
Oxygène...........	10,0	Oxygène...........	10,0
Oxyde de carbone....	60,8	Oxyde de carbone....	41,5

» Systèmes très-voisins de ceux pour lesquels le partage de l'oxygène entre les deux gaz combustibles a lieu par portions égales, dans les expériences de M. Bunsen.

» Or, en opérant sur les mélanges ci-dessus, à l'aide d'une série d'étincelles prolongées pendant une demi-heure, j'ai trouvé que la moitié de l'acide carbonique, très-exactement et dans les deux cas, s'est décomposée, avec formation d'un volume de vapeur d'eau égal à celui du gaz non décomposé.

» L'équilibre produit sous l'influence d'une série prolongée d'étincelles est donc précisément le même que l'équilibre produit dans un système équivalent, sous l'influence d'une combustion subite et explosive : il s'établit par sauts brusques et suivant des rapports simples.

» On peut concevoir cette identité en supposant l'acide carbonique décomposé en oxyde de carbone et oxygène sur le trajet de l'étincelle, ce qui fournira la composition même du mélange explosif : seulement cette composition ne saurait exister que sur le trajet même de l'étincelle. Il faut donc que les gaz se combinent à mesure et d'une manière presque instantanée, avant d'avoir eu le temps de se mélanger sensiblement avec la masse environnante.

» IV. Résumons les diverses *actions de l'étincelle électrique sur les mélanges gazeux*.

» 1. L'étincelle sur son trajet développe à la fois une température excessive et des effets électrolytiques : de là résultent divers phénomènes chimiques, tels que la décomposition totale ou partielle de tous les corps composés, la formation partielle de quelques-uns (acétylène, acide cyanhydrique, bioxyde d'azote), la transformation isomérique permanente (oxygène) ou momentanée (carbone?, azote?) de certains corps simples.

» 2. Chaque étincelle ne transforme sur son trajet qu'une petite quantité de matière; mais les effets s'accumulent sous l'influence d'une série prolongée d'étincelles, de telle sorte que, si aucune complication n'intervient, le système tend vers un état final déterminé, qui est précisément l'état d'équilibre développé sur le trajet même de l'étincelle.

» 3. Tantôt cet état répond à une réaction unique, telle que l'élimination totale de l'un des composants primitifs : c'est ainsi que le cyanogène et les hydrures métalliques sont complétement décomposés. De même l'oxyde de carbone ou l'hydrogène, en présence d'un grand excès d'oxygène, se combinent entièrement. La réaction qui s'accomplit ainsi jusqu'au bout est toujours une réaction exothermique.

» 4. Tantôt l'état final résulte de deux réactions contraires, qui se limitent l'une l'autre : ce qui arrive pour les mélanges binaires d'acétylène et d'hydrogène, et pour les mélanges plus complexes d'acétylène, d'azote, d'hydrogène et d'acide cyanhydrique; ou bien encore d'acide carbonique, d'oxyde de carbone, d'hydrogène et de vapeur d'eau. Sans revenir sur les considérations développées plus haut à l'occasion de cette dernière réaction, je ferai observer que l'une des deux réactions contraires que nous envisageons dégage en général de la chaleur, tandis que l'autre action, qui est souvent une combinaison (acétylène, acide cyanhydrique), absorbe de la chaleur (1) : le travail nécessaire pour accomplir celle-ci est continuellement fourni par l'étincelle.

---

(1) Les systèmes formés d'acide carbonique, de vapeur d'eau, d'oxyde de carbone et

» 5. Mais il peut arriver que l'une des actions chimiques provoquée par l'étincelle le soit également par une simple élévation de température. Or l'étincelle agit de deux manières : sur son trajet même, elle développe un certain équilibre chimique; mais elle élève en même temps la température des portions voisines de son trajet. Si l'élévation de température est suffisante, elle pourra provoquer par elle-même une nouvelle réaction dans les dites portions. Admettons maintenant que cette réaction dégage une grande quantité de chaleur et qu'elle se produise dans un temps très-court, elle élèvera à son tour la température des régions environnantes : à un certain degré, l'action se propagera de proche en proche et deviendra explosive. Une seule étincelle développera de tels effets, et ses effets chimiques directs, produits sur une très-petite quantité de matière, s'effaceront devant les effets secondaires, produits par l'élévation de température qu'elle a provoquée autour d'elle.

» On conçoit d'ailleurs que la présence d'un grand excès de l'un des composants, ou bien encore celle d'un gaz inerte, puisse empêcher le mélange d'être porté jusqu'à la température de combinaison par les réactions exercées au voisinage de l'étincelle. Le mélange cesse alors d'être explosif sous l'influence d'une seule étincelle. Mais sous l'influence d'une série prolongée d'étincelles, on voit apparaître l'action propre de l'étincelle. Si cette action détermine une décomposition, comme il arrive avec l'acide carbonique ou la vapeur d'eau, la proportion des gaz décomposés ira sans cesse en croissant, et jusqu'à reconstituer un mélange explosif; mais, avant que ce terme soit atteint pour la masse entière, il arrive en général qu'il se trouve réalisé au voisinage du trajet de l'étincelle, par suite du mélange immédiat des gaz formés à l'instant même avec ceux qui résultent des étincelles antérieures. De là une recombinaison partielle, irrégulière, variable avec l'intensité des étincelles.

» Tels sont les divers phénomènes que l'étincelle électrique provoque dans les mélanges gazeux. »

CHIMIE. — *Sur la sursaturation des solutions alcooliques de sucre.* Note de M. F. MARGUERITTE, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« Dans une Note que nous avons eu l'honneur de présenter dernièrement à l'Académie, sur un nouveau procédé d'extraction du sucre, nous avons

d'hydrogène n'échappent pas à cette relation. En effet la transformation de l'oxyde de carbone en acide carbonique dégage 10 000 calories de plus que la transformation inverse de l'hydrogène en *gaz aqueux*.

signalé l'état de sursaturation des liqueurs alcooliques sucrées, dont nous avons pu déterminer la cristallisation rapide et complète par l'intervention des cristaux de sucre. Dans ce cas tout spécial, cette action, déjà connue et utilisée dans les fabriques et les raffineries, est d'une remarquable efficacité.

» Sans rechercher les causes physiques ou chimiques de la sursaturation, sans prétendre donner la théorie de phénomènes qui sont encore inexpliqués, nous avons cru pouvoir, sans trop d'invraisemblance, rattacher l'état de ces liqueurs alcooliques aux faits nombreux de sursaturation qui ont été observés et étudiés avec tant de soin par MM. Gernez, Lœvel, Lecoq de Boisbaudran, etc.

» Dans une Note adressée récemment à l'Académie, M. Dubrunfaut prétend que c'est abusivement que ces faits ont été confondus par nous avec le phénomène connu de la sursaturation.

» M. Dubrunfaut a déjà émis diverses opinions (1) sur l'état particulier de ces liqueurs alcooliques. D'après lui, l'intervention des cristaux de sucre serait inutile pour provoquer la cristallisation : un simple aérage et battage de la liqueur suffirait pour produire ce résultat. Or l'expérience démontre que cette opinion est erronée. L'agitation à vase clos ou à air libre est sans aucun effet : c'est au contraire le repos qui favorise et détermine au bout d'un certain temps le retour du sucre à l'état solide.

» Jusque-là, M. Dubrunfaut s'était borné à nier l'incontestable action des cristaux de sucre sur les liqueurs alcooliques sursaturées. Aujourd'hui, ce n'est plus sur ce point que portent ses critiques : il prétend que l'état particulier de nos liqueurs n'est pas dû à un phénomène de sursaturation. Mais c'est là une simple allégation. Jusqu'ici, on a appelé *sursaturéee* une liqueur dans laquelle une substance se dissout en proportion qui excède sa solubilité normale. Les solutions alcooliques sont dans ces conditions; elles présentent le caractère de la sursaturation proprement dite, et nous avouons n'avoir pas bien compris les arguments que donne M. Dubrunfaut contre ce fait qui n'est pas discutable.

» Quant à son interprétation, nous avons évité d'entrer dans aucune considération ; car, dans l'état actuel de la science, ces questions sont trop obscures pour qu'on puisse faire autre chose que des théories. En lisant la Note de M. Dubrunfaut, nous avons vu qu'il avait reproduit uniquement et presque textuellement les idées émises sur ce sujet par M. Berthelot en

(1) *Sucrerie indigène.*

1860 (1). Ce sont ces idées que M. Dubrunfaut essaye de transformer en théorie générale et définitive. Malheureusement l'application qu'il en fait à la sursaturation du sucre dans les liqueurs alcooliques est en contradiction avec l'expérience.

» Le sucre cristallisable qui préexiste, et qui est dissous comme tel dans la mélasse, conserve sa constitution et ses propriétés optiques malgré l'addition de l'alcool. Il est donc évident que la sursaturation du sucre dans l'eau alcoolisée ne dépend nullement d'une modification isomérique qui, si elle existait, serait accusée par un changement de pouvoir rotatoire.

» Comme point de départ, M. Dubrunfaut suppose que les sels ou substances qui donnent lieu à la sursaturation subissent, en se dissolvant, une modification qui augmente leur solubilité. Il cite, comme exemple, la dissolution du sulfate de soude à 10 équivalents d'eau, qui par un abaissement de température se dédouble et cristallise partiellement en sulfate à 7 équivalents d'eau, et il conclut de là que c'est ce dernier sel qui préexiste dans la liqueur. En suivant ce raisonnement, on pourrait aussi supposer que le sulfate existe dans la liqueur à trois états différents : anhydre, à 7 équivalents et à 10 équivalents d'eau, puisqu'on peut obtenir à diverses températures ces trois variétés de sel, et on pourrait admettre que, lorsqu'on fait entrer en dissolution l'un quelconque de ces sels, c'est précisément celui qu'on ne dissout pas qui se forme dans la liqueur. Ce sont là de simples hypothèses, qui ne peuvent résoudre la question si délicate de l'état des sels dans les dissolutions.

» En résumé, M. Dubrunfaut n'a démontré par aucune expérience directe que le sucre cristallisable dissous dans l'eau et mis en présence de l'alcool subit une transformation quelconque, isomérique ou autre, qui puisse expliquer sa plus grande solubilité.

» Il s'agit ici uniquement du retour à l'état solide d'un corps rendu liquide. La congélation de l'eau, la solidification, la cristallisation de diverses substances sont retardées par des causes inconnues. Si ce sont là des phénomènes produits par l'isomérie physique ou chimique, il faudrait le démontrer. »

HISTOLOGIE. — *Du rôle de la moelle des os dans la formation du sang.* Note de M. **Neumann**, présentée par M. Claude Bernard. (Extrait.)

« Le présent travail a pour objet de démontrer qu'on n'a pas suffisamment apprécié l'importance physiologique de la moelle des os, qui serait

(1) *Chimie organique fondée sur la synthèse : Isomérie physique.*

un organe important pour la formation du sang. Il s'opère en elle continuellement une formation nouvelle de cellules sanguines rouges.

» Lorsqu'on examine les éléments de la moelle rouge des os chez l'homme ou le lapin on trouve constamment, à côté des cellules nombreuses ressemblant aux corpuscules de la lymphe (que l'on doit considérer en partie comme des cellules sanguines incolores et en partie comme des cellules du tissu médullaire), d'autres formations de cellules sanguines rouges contenant des noyaux, nettement distinctes des cellules précédentes par une coloration jaune et par une consistance plus homogène. Elles ressemblent entièrement aux cellules sanguines embryonnaires qui contiennent un noyau. Tandis que certaines cellules possèdent un noyau simple dont le contour est bien déterminé, d'autres contiennent un noyau divisé en plusieurs parties, moins bien circonscrit, et chez quelques cellules le noyau semble avoir tout à fait disparu. Ces dernières cellules forment la transition entre les cellules embryonnaires et les cellules sanguines rouges. Pour déterminer si cette transformation des cellules qui ressemblent aux corpuscules de la lymphe en cellules sanguines colorées, s'effectue dans les vaisseaux ou en dehors de ceux-ci, l'auteur a tâché d'isoler les vaisseaux d'avec leur contenu naturel, et il a trouvé que les formes de transition décrites s'effectuent dans les capillaires du tissu médullaire qui forment un réseau serré. Il a constaté en même temps que ces réseaux se distinguaient par une grande richesse en éléments incolores, fait qui se montra d'une façon frappante dans la moelle des os des grenouilles, et qui se trouve expliqué en partie par le ralentissement du courant sanguin qui est la suite du ramollissement des capillaires de la moelle, et en partie par le passage continuel des cellules du tissu médullaire dans les capillaires. Ce dernier passage est du moins vraisemblable, parce que les cellules du tissu médullaire sont dans un état de prolifération continuelle, et cette croissante agglomération devrait comprimer les vaisseaux et faire cesser la circulation dans les os si elle ne trouve pas une issue dans les capillaires.

» Suivant l'auteur, les cellules de la moelle des os ressemblant à celles de la lymphe présentent donc un élément dont se forment continuellement de nouvelles cellules sanguines rouges pour compenser les éléments du sang qui se détruisent, soit par l'usage physiologique, soit par l'influence pathologique. »

MINÉRALOGIE. — *Sur la forme cristalline, les propriétés optiques et la composition chimique de la Gadolinite.* Note de **M. Des Cloizeaux**, présentée par M. Delafosse.

« Les cristaux de Gadolinite ont été pendant longtemps fort rares. Les plus anciennement connus étaient en général très-imparfaits, et quoique ceux dont la description remonte seulement à quelques années offrent des faces assez nombreuses, la mesure de leurs angles ne peut pas se faire avec une très-grande précision. Aussi, les divers observateurs qui ont publié des déterminations cristallographiques de la Gadolinite se sont-ils partagés en deux groupes, les uns, comme Haüy, Phillips, Lévy, M. Scheerer et M. Waage, admettant qu'elle appartient au système clinorhombique ; les autres, comme MM. Miller, E. Nordenskiöld et Vict. von Lang, la regardant comme orthorhombique. Au reste, la question ne pouvait guère être tranchée d'une manière définitive par la mesure seule des angles, car, d'après les incidences obtenues par M. Waage et par moi-même sur les cristaux les plus nets connus jusqu'ici, le prisme primitif ne peut être qu'une forme limite, portant sur les éléments correspondants de sa partie antérieure et de sa partie postérieure des modifications dont les incidences diffèrent entre elles seulement de quelques minutes.

» J'avais déjà fait voir en 1860(1) que le groupe des Gadolinites comprenait : 1° des échantillons biréfringents ; 2° des échantillons monoréfringents; 3° des échantillons mélangés de portions biréfringentes et de portions monoréfringentes, ce qui pouvait en partie expliquer les divergences qu'on rencontre dans les analyses dues à différents auteurs. Mais, à cette époque, je n'avais pu opérer que sur des fragments sans formes déterminables, ou sur quelques cristaux monoréfringents, et l'observation des propriétés optiques était trop incomplète pour fournir aucune donnée certaine sur le type cristallin de la substance.

» Ayant visité, l'été dernier, la Suède et la Norwége, j'ai reçu de MM. Nordenskiöld et Hiortdahl plusieurs cristaux bien définis d'Ytterby et d'Hitteröe, dont l'étude optique et cristallographique m'a conduit aux conclusions suivantes.

» 1° Les cristaux d'Hitteröe, en Norwége, mesurés par M. Waage et par moi-même, et analysés par M. Scheerer, jouissent d'une double réfraction énergique, à deux axes optiques ; l'orientation de ces axes, celle de leur

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. LIX.

bissectrice avec laquelle l'axe cristallographique vertical fait un angle d'environ 4°, et leur dispersion *inclinée*, prouvent que la forme primitive est bien un prisme rhomboïdal oblique dont le plan de symétrie se confond avec le plan des axes. L'angle du prisme est de 116° ; la face h^1, tangente à son arête obtuse antérieure, fait avec la base un angle de 90°32′, et le rapport de la diagonale horizontale de cette base à sa diagonale inclinée est celui des nombres 848,038 : 529,936.

» M. Scheerer a trouvé pour leur composition :

		Oxygène.		Rapport.
Silice	25,59		13,65	2
Yttria	44,69	8,94		
Oxyde de lanthane	6,33	0,93		
Glücine	10,18	6,44	19,06	3
Oxyde ferreux	12,13	2,69		
Chaux	0,23	0,06		
	99,42			

» Ces nombres conduisent à la formule $3RO, SiO^2$. L'yttria et les oxydes de lanthane et de fer se retrouvent dans toutes les variétés de Gadolinite ; mais la *glucine*, lorsque sa proportion dépasse 10 pour 100, paraît être un élément caractéristique de la véritable espèce biréfringente.

» 2° Les cristaux d'Ytterby les plus homogènes, mesurés par M. de Lang et analysés par M. Berlin, sont monoréfringents ; ils offrent un certain nombre de modifications particulières, outre celles qui sont connues dans les cristaux d'Hitteröe ; on peut donc les considérer comme des pseudomorphoses de ces derniers. Deux analyses exécutées par M. Berlin, l'une sur une variété peu incandescente, se gonflant beaucoup au feu, l'autre sur la variété vitreuse, fournissent entre l'oxygène de la silice et celui des bases le rapport 1 : 1, et leurs résultats sont bien représentés par la formule générale des péridots ($2RO, SiO^2$), dans laquelle RO se compose principalement d'yttria, d'oxyde céreux et d'oxyde ferreux ; quant à la *glucine*, elle a complétement disparu.

» 3° Les échantillons à structure hétérogène qu'on rencontre en diverses localités de Suède et de Norwége, soit à l'état de cristaux offrant les mêmes formes que ceux d'Hitteröe, soit à l'état de masses vitreuses, constituent ou des mélanges des deux premières variétés ou des passages plus ou moins avancés de l'une à l'autre. Aucune formule simple ne peut être construite au moyen des nombres obtenus dans les analyses qui ont été faites de ces échantillons par Connel ou par M. Berlin, le rapport de l'oxygène de la

silice à celui des bases étant compris entre 3 : 4 et 4 : 5. Outre l'yttria, les oxydes de cérium et de lanthane et l'oxyde de fer, qui sont des éléments communs à toutes les Gadolinites, les variétés hétérogènes renferment une petite proportion de *glucine* comprise entre 2 et 6 pour 100.

» Tous les résultats analytiques obtenus jusqu'à ce jour sur la Gadolinite indiquent des composés anhydres, et peuvent être rangés dans l'une des trois catégories que je viens d'énumérer ; il faut pourtant en excepter deux analyses de Berzélius, d'après lesquelles des cristaux de Korarfvet, en Suède, imparfaits et hétérogènes, noirs à l'extérieur, d'un brun jaune à l'intérieur, contiennent 5 pour 100 d'eau et se rapportent à la formule $6RO, 3SiO^2 + 2HO$.

» La différence de constitution physique et chimique qui existe entre les cristaux d'Hitteröe et ceux d'Ytterby doit sans doute être attribuée aux circonstances dissemblables au milieu desquelles se sont formées ces deux espèces de cristaux. Ceux d'Hitteröe se trouvent, en effet, associés à du *malacon* et à du *polycrase*, dans un filon granitique composé de quartz, d'orthose, d'oligoclase et d'une très-petite quantité de mica, qui traverse le terrain de gabbro dont la majeure partie de l'île d'Hitteröe est formée; ceux d'Ytterby, accompagnés principalement d'*yttrotantalite* et de *fergusonite*, sont engagés dans un orthose laminaire rose, dont les grandes lames sont séparées par de larges plaques de mica noir, et qui forme des filons plus ou moins puissants au milieu d'une sorte de pegmatite. Pendant l'été de 1868, j'ai observé des filons tout à fait analogues aux environs d'Arendal, en Norwége, dans les carrières de Nœskilen, de Helle et d'Alve, où l'orthose est exploité sur une grande échelle pour les besoins de l'industrie et de l'agriculture; mais dans ces filons, on ne rencontre avec quelque abondance, comme minéraux cérifères, yttrifères et tantalifères, que l'*orthite*, la *fergusonite* et l'*euxénite*, la Gadolinite paraissant y faire complétement défaut. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Observations pluviométriques dans le Loiret en 1867 et 1868.* Note de **M. Masure**, présentée par M. Le Verrier. (Extrait.)

« L'étude attentive des cartes des pluies du Loiret en 1867 et en 1868 conduit à des résultats importants. La carte des lignes isopluviales de 1868 montre très-nettement, en allant du S.-O. vers le N.-E. :

» 1° Un maximum naissant vers Blois;

» 2° Une bande de minimum de Châteaudun à Beaugency;

» 3° Une bande de fortes pluies passant par Bonneval, Patay, Orléans, Châteauneuf et Coullons;

» 4° Une large bande de faibles pluies partant de Voves et Auneau, passant par Neuville et Beaune et se terminant à Gien et à Champoulet;

» 5° Des maxima relatifs à Montargis et Rogny;

» 6° Enfin un maximum accusé à Courtenay.

» Ces lignes et bandes de maxima et de minima alternatifs sont sensiblement parallèles et marchent du N.-O. au S.-E. perpendiculairement à la direction des vents du S.-O. et du N.-O. qui dominent dans la région.

» Si nous nous reportons à l'année précédente, 1867, nous voyons cette même loi dominer la distribution des pluies. La carte de cette année montre un maximum à Blois et un minimum à Courtenay, et entre ces deux points extrêmes une série de lignes ou bandes de minima et de maxima alternatifs dirigées toutes du N.-O. au S.-E.

» Nous n'avons pas besoin de faire ressortir longuement l'importance de cette répartition des pluies pour les agriculteurs. Dans les bandes de maxima réussiront les cultures qui ont besoin d'être arrosées fréquemment et abondamment, telles que les prairies et les racines. Dans les zones à minima on cultivera avec avantage les plantes à graines et la vigne qui demandent plus de soleil et moins d'eau.

» La loi empirique de la distribution des pluies dans le Loiret nous permet de remonter des effets à la cause. Cette cause est évidemment la prédominance des vents de S.-O. dans la région. Ces vents nous amènent les nuages nés de l'océan Atlantique; ils les transportent dans leur direction, et, chemin faisant, ces nuages se déchargent fortement dans les bandes à maxima, plus faiblement dans les bandes à minima.

» Il résulte de ce mode de répartition des pluies que si l'on menait des lignes d'abscisses dans les directions du S.-O. au N.-E. et aux points remarquables des ordonnées proportionnelles aux hauteurs d'eau tombées, on obtiendrait des courbes qui toutes montrent une succession de maxima et de minima.

» Ces maxima et ces minima se reproduisent en des points assez constants chaque année, mais qui dans le courant d'une année varient légèrement sous l'influence des causes secondaires de la distribution des pluies, comme le prouvent les cartes isopluviales trimestrielles.

» A quelles causes faut-il attribuer ces maxima et ces minima dans notre région? Ici l'évidence est moins grande; nous devons nous abstenir de nous

prononcer prématurément, et attendre que les résultats déjà acquis soient confirmés dans une période plus longue d'observations.

Influence présumée des forêts. — Faut-il attribuer aux forêts une influence marquée sur les lois de la distribution des pluies? Cette question nous paraît devoir être au moins réservée pour notre région. M. Becquerel a constaté que les forêts préservent des orages les contrées où elles dominent; il a trouvé de plus qu'elles sont les causes locales de la formation d'une plus grande quantité de pluie. Mais cette cause exerce-t-elle une influence assez marquée pour modifier sensiblement la distribution des pluies dans une région très-étendue, dans la région de nos observations, par exemple? Pour répondre laissons la parole aux faits.

» Nous avons représenté, sur la carte de l'année 1868, la forêt d'Orléans dont l'étendue serait certainement assez grande pour exercer son influence sur la distribution des pluies dans le Loiret. Si réellement une forêt favorisait la résolution des nuages en pluie et formait écran, on devrait obtenir des pluies moins abondantes au N.-E. qu'au S.-O.; c'est en effet ce que montre la carte; mais, en Beauce, sur la même direction du N.-O. au S.-E. se montre la même loi de distribution. Nous sommes donc autorisé par les faits à faire toutes réserves touchant l'influence de la forêt d'Orléans sur la distribution générale des pluies dans le département. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Observations relatives aux chutes de neige à Montréal (Canada) et à Stykhisholm (Islande).* Lettre de **M. A. Buchan** à M. Le Verrier.

« Je viens de recevoir de M. Smallwood, de l'observatoire de Montréal (Canada), une Lettre renfermant un Tableau de la quantité de pluie ou de neige qui tombe à Montréal. D'après ce document, les quantités de neige tombées à Montréal sont les suivantes :

ANNÉES.	Quantité de neige.	ANNÉES.	Quantité de neige.
	mm		mm
1851.....	1887,22	1863.....	1876,30
1852.....	2334,26	1864.....	2573,53
1853.....	1598,93	1865.....	1782,12
1854.....	1432,56	1866.....	2535,94
1855.....	2002,79	1867.....	2617,47
1862.....	2451,10	1868.....	2887,57

» La plus grande quantité mensuelle de ces vingt dernières années a été de $1161^{mm},80$ en janvier 1866.

» Dans le dernier hiver, les observations ont donné les résultats suivants :

	mm
1869. Janvier	715,52
» Février	1873,50
» Mars (jusqu'au 26)	296,42
Total	2885,44

» Le D^r Smallwood écrit : « Tous les voyages en chemin de fer et aussi » en voiture étaient complétement suspendus; les raquettes ont été pen- » dant plusieurs jours le seul moyen de communication. La couche de » neige avait 15 ou 20 pieds d'épaisseur. »

» Voici maintenant le tableau des observations faites en Islande :

Nombre de jours où il a neigé pendant chaque mois à Stykhisholm (Islande) (latitude N., 65°4'; longitude O., 24°43') d'après les observations de M. A Thorlacius.

ANNÉES.	Janv.	Févr.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juill.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	TOTAL.
1845...	»	»	»	»	»	»	»	»	5,0	7,0	12,0	14,0	»
1846...	8,5	4,5	14,5	4,5	»	»	»	»	»	8,0	2,0	7,0	49,0
1847...	4,5	2,5	3,5	8,0	4,5	»	»	»	»	3,5	13,5	13,5	53,5
1848...	18,5	15,5	14,0	7,0	9,0	1,0	»	»	»	2,0	14,5	14,5	96,0
1849...	20,0	19,5	17,0	6,0	3,5	»	»	»	»	6,5	10,5	7,5	90,5
1850...	15,5	18,5	14,0	5,5	5,5	0,5	»	»	»	7,0	9,5	14,5	90,5
1851...	13,5	15,0	11,0	7,5	1,0	4,0	»	»	1,0	3,0	11,0	9,5	76,5
1852...	14,0	16,5	8,0	2,5	1,0	»	»	»	3,0	»	9,0	8,0	62,0
1853...	19,5	9,5	11,0	6,5	0,5	»	»	»	4,0	7,5	20,5	11,0	90,0
1854...	14,5	17,5	16,0	15,0	9,5	0,5	»	»	2,5	10,5	10,5	24,5	121,0
1855...	12,0	10,0	5,5	14,5	5,5	»	»	»	»	11,5	9,0	9,5	79,5
1856...	15,0	4,5	1,0	2,0	1,5	0,5	»	»	1,5	1,0	4,5	17,0	48,5
1857...	17,0	18,0	15,5	10,5	1,5	»	»	»	»	4,0	6,0	17,5	90,0
1858...	16,0	8,0	8,0	5,0	5,5	0,5	»	»	2,0	7,5	4,5	13,5	71,0
1859...	18,0	16,5	15,0	9,5	2,0	»	»	»	»	6,0	9,0	9,0	85,0
1860...	12,0	16,0	13,5	11,5	8,5	»	»	»	1,0	10,5	6,5	12,5	92,0
1861...	9,0	10,0	15,0	1,5	2,0	1,5	»	»	»	4,5	12,5	8,5	64,5
1862...	17,5	2,0	10,5	10,5	2,0	1,0	»	»	0,5	6,0	10,0	13,0	73,0
1863...	10,5	20,5	17,0	14,0	7,5	2,0	0,5	»	2,0	12,0	11,5	22,5	120,0
1864...	16,0	11,5	13,5	8,5	1,0	»	0,5	»	»	3,0	5,0	7,0	65,5
1865...	17,0	9,5	13,5	12,0	8,5	»	»	»	0,5	2,5	12,5	13,5	89,5
1866...	14,0	10,0	15,0	4,5	6,5	1,0	1,5	0,5	1,0	3,5	13,0	15,0	85,0
1867...	11,0	15,0	9,0	15,0	0,5	»	»	»	0,5	4,5	6,0	8,5	71,5

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur les aurores boréales.* Note de **M. J. Silbermann**, présentée par M. Ch. Sainte-Claire Deville.

« Dans la dernière Note que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie, j'ai fait voir la physionomie du phénomène de l'aurore, j'ai indiqué l'aspect de ses différentes phases. J'ai insisté sur une particularité qui me semble très-intéressante, c'est la suivante. Dans les parties du ciel où l'aurore, entre 10 et 11 heures du soir, offrait le moins d'éclat, les étoiles se voilèrent progressivement, puis disparurent, et les lueurs blanchâtres perdirent beaucoup de leur mobilité. Étonné de ce fait singulier, je portai toute mon attention vers ce point. Je ne tardai pas à reconnaître que petit à petit des cirri s'étaient substitués à l'aurore. Cette circonstance venait à l'appui de mes idées antérieures sur la connexion intime entre les nuages composés de prismes (microscopiques) de glace et les aurores boréales. La chute de petits cristaux de glace, suivis de fines gouttelettes d'eau, puis de plus en plus grosses et de moins en moins froides, analogues à celles que l'on observe quand il bruine, achevaient de montrer que les cirri s'étaient graduellement abaissés, de manière à devenir à peu près parallèles au sol, après avoir occupé une position plus ou moins voisine de la verticale. Un phénomène très-analogue est offert par un grand nombre de nuées orageuses. Elles commencent par projeter de leur partie supérieure de légers cirri, s'élevant au-dessus du nuage comme des aigrettes. Ces dernières s'allongent progressivement, elles prennent en même temps une extension latérale de plus en plus grande, finissent par envahir une partie considérable du ciel, et par se résoudre, vers leurs extrémités, en une bruine très-fine et très-froide, qui dégénère souvent en une pluie plus abondante et à température moins basse.

» Jusqu'ici nous n'avons pas encore d'aigrette parfaitement rectiligne. Les rayons qui les composent sont plus ou moins sinueux. De plus, ils ne présentent aucune lueur particulière. Nous allons parler maintenant d'un phénomène beaucoup plus rare. Certaines nuées orageuses sont entourées d'aigrettes rectilignes, émanant, comme les rayons d'une *gloire*, d'un nuage sombre, dont la partie supérieure est arrondie en dôme.

» Comme exemple, nous citerons, entre autres, les faits que nous avons observés pendant la nuit du 6 au 7 septembre 1865. Des nuées orageuses passaient au-dessus de Paris. La première, observée entre 8 et 9 heures du soir, dans le nord-nord-est, marchait du sud vers le nord-nord-est. La seconde fut observée vers 11 heures du soir dans le nord-nord-ouest. On

distinguait des éclairs tranchant nettement sur la masse sombre cumuliforme. De cette masse jaillissaient des *gloires* d'une blancheur phosphorescente, s'étendant jusqu'à une certaine distance, en se fondant dans la teinte obscure du ciel étoilé. Mais, tandis qu'autour de la nuée, vue au nord-nord-ouest, les rayons formaient une couronne ou auréole unique et non interrompue, on voyait autour de l'autre trois couronnes ou auréoles concentriques. La première, s'appuyant sur le nuage, était continue : c'était aussi la plus éclatante. La seconde et la troisième présentaient au contraire des interruptions se correspondant entre elles.

» L'éclat de ces couronnes était moins grand à mesure qu'elles étaient plus éloignées du nuage. L'éclat de la troisième était très-faible, bien que nettement perceptible. La nuée s'éloigna sans changer d'apparence. Elle était déjà descendue au-dessous de l'horizon quand on voyait encore les *gloires* qui la surmontaient. Dans un grand nombre de cas ces phénomènes, moins facilement reconnaissables parce qu'ils étaient mélangés d'autres apparences, gardaient le même caractère général de jets phosphorescents rectilignes, entourant un noyau sombre, dans lequel on voyait par instants des éclairs.

» L'éclairement ne peut, dans ces observations, être attribué à la Lune ou à toute autre cause étrangère. Nous ajouterons qu'il présentait une grande mobilité et une sorte de chatoiement, tenant le milieu entre les lueurs de l'aurore boréale et les aigrettes que l'on voit, dans l'obscurité, jaillir d'une pointe électrisée.

» Les couronnes interrompues dont il a été question ci-dessus présentent une analogie évidente avec les *plaques aurorales* signalées par de nombreux observateurs.

» Des *nuages lumineux* ont été signalés depuis fort longtemps. On en trouve plusieurs exemples dans les *Annales de Gilbert*. Nous rappellerons aussi les observations de Beccaria, de Deluc, de l'abbé Rozier, de Nicholson, de M. Colla. Les brouillards sont eux-mêmes parfois lumineux, comme l'ont observé le Dr Verdeil à Lauzanne en 1783 et le Dr Robinson en Irlande. Mais le fait le plus curieux a été rapporté par l'illustre général Sabine (1) :

« Pendant ses voyages pour la détermination des lignes d'intensité magnétique, le major Sabine resta plusieurs jours à l'ancre à Lough-Scavig,
» dans l'île de Sky. Cette île est entourée de montagnes nues et élevées,

(1) *De la foudre, de ses formes et de ses effets*, etc., par le Dr B. Sestier, (t. I, p. 24).

» parmi lesquelles on en remarque une qu'enveloppe presque toujours un » nuage résultant de la précipitation des vapeurs que les vents à peu près » constants de l'ouest y amènent de l'Atlantique. Ce nuage, la nuit, était » lumineux par lui-même et d'une manière permanente. Plusieurs fois » M. Sabine en vit sortir des jets semblables à ceux des aurores boréales; » *cependant, il repousse bien loin l'idée que ces jets dussent être attribués à des* » *aurores véritables, voisines de l'horizon, et dont la montagne aurait dérobé* » *la vue directe.* Suivant lui, *tous ces phénomènes de lumière continue, de* » *lumière intermittente, avaient leur cause, quelle qu'en puisse être d'ailleurs la* » *nature, dans le nuage même.* »

» Les deux aurores de 1859 et de 1869, que j'ai été à même d'observer étaient précédées par tous les symptômes des orages, du moins en ce qui se rapporte à l'état général de l'atmosphère et aux phénomènes physiologiques de toute nature. La décomposition rapide des matières organiques qui précède toujours l'arrivée d'un orage était très-remarquable avant la dernière aurore.

» Un autre fait à noter, c'est que l'aurore boréale du 15 avril a été précédée d'une série de jours de brumes ou de brouillards plus ou moins roux, quelquefois violacés: fait qui ne s'est plus présenté depuis. Le 14 et le 15 avril, comme je l'ai déjà dit, étaient remarquables par l'extraordinaire limpidité de l'atmosphère. L'horizon, au matin, ne présentait pas la moindre trace de brume. Enfin, le rouge du crépuscule, si vif encore le 13 avril au soir, n'a plus eu depuis des teintes aussi vives qu'avant l'aurore.

» En rapprochant tous ces faits, on voit que les phénomènes caractéristiques des aurores boréales se retrouvent dans certaines nuées orageuses; que certains nuages, sans offrir identiquement les mêmes caractères, sont remarquables par la lumière qu'ils émettent; que les brouillards eux-mêmes participent à cette sorte de phosphorescence : d'autres fois, il apparaît des rayons analogues à ceux des aurores.

» Enfin, les signes précurseurs des deux ordres de phénomènes, *aurores* et *orages*, sont les mêmes.

» Si nous nous reportons à l'aurore du 15 avril dernier, nous voyons les nuées orageuses se présenter le 13 au nord-est; elles disparaissent sans éclater. Le mercredi 14, les nubécules, qui devaient faire à 11 heures leur apparition sous forme de nubécules cumuliformes, sont bien arrivées à l'heure, mais sous forme de cirri (1), c'est-à-dire de nubécules glacées,

(1) Dans un travail ultérieur je présenterai à l'Académie des données sur le singulier fait des heures d'apparition des nubécules.

accusant ainsi une cause de refroidissement subit des couches supérieures de l'atmosphère. Les nubécules ont paru le 15, mais cumuliformes; à $12^h 55^m$ le ciel en était criblé. Entre 3 et 4 heures, sont arrivées des nuées très-épaisses d'aspect orageux; mais, au lieu d'éclater, elles ont avorté, et celles qui les ont suivies se sont transformées en cirri. Vers 7 heures du soir, on ne voyait plus que de nombreux cirri colorés en rouge vif par le soleil couchant, et dont un grand nombre étaient contournés en tire-bouchons, comme s'il y avait une cause d'aspiration vers les couches supérieures de l'atmosphère. On sait que vers 8 heures commençait l'aurore.

» Tout s'est donc passé comme *si les aurores de* 1859 *et de* 1869 *avaient été des orages qui, au lieu d'éclater en foudre, auraient fait long feu vers les régions supérieures de l'atmosphère*, où il se serait produit une cause subite d'aspiration.

» Nos observations viennent donc à l'appui des idées générales émises par B. Franklin, MM. Becquerel père, de la Rive, de Tessan et Marié-Davy, relativement au rapprochement que l'on peut faire entre les causes des orages et le phénomène des gerbes lumineuses appelées *aurores polaires* (1). Il nous semble ressortir de ce qui précède que, quand les vapeurs vésiculaires ou globulaires des couches inférieures de l'atmosphère sont très-chargées d'électricité, s'il se produit une cause subite d'aspiration vers les régions supérieures, ces globules cristallisent en petits prismes entraînés par le courant ascendant; l'électricité est rendue visible par son écoulement le long de ces particules glacées.

» Une confirmation de l'existence de courants ascendants, c'est le mouvement ondulatoire, des rayons auroraux, de bas en haut. On voit en effet les maxima lumineux ou facules partir de la région inférieure pour s'éteindre progressivement en montant.

» Nous ne pouvons, en terminant, nous empêcher de faire encore un rapprochement entre l'intensité de ces courants et celle des décharges électriques dans les nuées orageuses. Nous avons observé en effet qu'*il existe un rapport inverse entre l'abondance des aigrettes de cirri qui s'élancent de la partie supérieure d'un nuage orageux et la fréquence ainsi que l'intensité des éclairs qui s'y produisent*.

» Nous développerons ces faits et d'autres qui s'y rattachent, en nous

---

(1) Ne pourrait-on pas appeler alors les uns *orages équatoriaux* et les autres *orages des cercles polaires?*

appuyant sur de nombreux exemples, dans un Mémoire que nous aurons l'honneur de soumettre très-prochainement au jugement de l'Académie. »

M. **Delaurier** adresse une Note concernant « l'utilisation des débris de cuivre et d'autres métaux pour faire des dépôts par l'électricité ». Le procédé consiste à employer les débris métalliques, placés dans un vase poreux, comme anode soluble dans les opérations ordinaires de la galvanoplastie, de la dorure ou de l'argenture : le vase poreux contient un charbon qui sert de conducteur.

M. **Trémaux** adresse une Note destinée à établir que les conclusions d'un Mémoire récemment adressé par *M. Bionne* sur « le système cométaire » peuvent être déduites des lois formulées dans l'ouvrage sur le « Principe universel » qu'il vient de publier.

M. **Plantier** informe l'Académie que la Société scientifique et littéraire d'Alais a épuisé les ressources dont elle pouvait disposer pour exploiter la grotte de Durfort, dite *Baumo das Morts*.

La Lettre sera transmise à la Commission administrative.

A 5 heures un quart, l'Académie se forme en comité secret.

La séance est levée à 6 heures un quart. É. D. B.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 17 MAI 1869.

PRÉSIDENCE DE M. CLAUDE BERNARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE. — *Tableau des dilatations par la chaleur de divers corps simples métalliques ou non métalliques, et de quelques composés hydrogénés du carbone; par* **M. H. Fizeau.**

« J'ai l'honneur de mettre aujourd'hui sous les yeux de l'Académie un tableau renfermant les résultats de nouvelles observations relatives à la dilatation de divers corps par la chaleur. Je me suis spécialement attaché dans ce travail à l'étude des principaux métaux, de quelques alliages et de plusieurs métalloïdes; dans la pensée, d'abord, que la considération des corps les plus simples présentait un intérêt particulier pour la science, en ce que l'on en peut espérer quelques lumières nouvelles sur les causes mécaniques encore si obscures de cette classe de phénomènes, et en second lieu, parce qu'il ne peut manquer d'être utile sous plusieurs rapports de contribuer à faire connaître, d'une manière plus complète et plus précise, les propriétés physiques des substances les plus employées dans les arts.

» A la vérité, les principaux métaux et alliages ont été déjà, à diverses époques, l'objet de nombreuses et importantes recherches entreprises à ce point de vue et à l'aide de méthodes variées, par Laplace et Lavoisier,

Smeathon, le major Roy, Dulong et Petit, H. Kopp, et plusieurs autres éminents observateurs; en sorte que les dilatations de la plupart de ces substances doivent être considérées comme assez bien connues, au moins en ce qui concerne les dilatations moyennes entre zéro et 100 degrés.

» Cependant, les progrès successifs de la science ayant mis aujourd'hui à notre disposition de nouveaux procédés d'observation plus précis et d'un usage plus commode que ceux de nos devanciers, procédés qui n'exigent plus pour ce genre d'études que des fragments de métal de quelques millimètres de longueur, au lieu de barres de plusieurs pieds, il est dès lors devenu facile, non-seulement de reprendre les anciennes déterminations en employant des substances très-pures, comme on sait mieux aujourd'hui les obtenir, mais encore d'étudier comparativement un grand nombre d'autres substances qui n'avaient jamais été observées, soit à cause de leur rareté, soit parce qu'elles n'ont été découvertes que dans ces dernières années.

» C'est ainsi que sur quarante substances environ, dont les dilatations sont données dans le tableau suivant, près de la moitié sont étudiées pour la première fois. C'est le carbone sous différents états, tels que l'anthracite, la houille, la paraffine (jusqu'à présent le plus dilatable des corps solides), le silicium, l'arsenic, le sélénium, le tellure, l'iridium, le rhodium, le ruthénium, l'osmium, le nickel, le cobalt, le fer météorique, le bismuth et l'antimoine à l'état de cristaux rhomboédriques isolés, l'indium, le thallium, enfin le magnésium.

» Quant aux autres substances antérieurement observées, les nouvelles déterminations pourront être utilement comparées à celles que l'on connaissait déjà, en tenant compte toutefois de la remarque suivante : sous le rapport des phénomènes de dilatation, les divers corps se rangent en deux catégories distinctes, l'une qui renferme les corps susceptibles de cristalliser dans le système cubique ou régulier, l'autre dans laquelle viennent se ranger tous les corps qui cristallisent dans un autre système quelconque. Un métal du premier groupe peut être fondu et coulé en lingot plus ou moins cristallin, sans cesser de présenter dans toutes les directions une seule et même dilatation, aussi bien que chacun des éléments cristallins qui le composent; c'est ainsi que se comportent l'or, l'argent, le cuivre, le platine, l'iridium, le plomb, le fer, le nickel, le cobalt, le magnésium, l'aluminium et quelques autres, dont les dilatations bien constantes ne varient pas d'un échantillon à l'autre du même métal. Mais il n'en est pas de même pour les métaux de la seconde catégorie, tels que l'étain, le zinc, le cadmium, l'indium, le bismuth, l'antimoine, le tellure et plusieurs autres; ces

corps, en cristaux isolés, présentent comme on le sait, des dilatations inégales dans diverses directions, et lorsqu'ils sont coulés en lingots, ceux-ci étant formés de cristaux diversement situés, mais presque toujours orientés en plus grand nombre dans certains sens, il doit en résulter des dilatations inégales dans les diverses directions que l'on considère, circonstance qui rend bien compte des divergences que présentent les divers échantillons d'un même métal de ce groupe. Lorsque la cristallisation est tout à fait confuse et les cristaux très-petits, la dilatation devient, il est vrai, la même dans tous les sens, et égale à la dilatation moyenne; mais il en est rarement ainsi, et je ne suis parvenu pour ces métaux à des résultats bien sûrs qu'en produisant artificiellement ce genre d'homogénéité, c'est-à-dire en comprimant fortement le métal, préalablement réduit en poudre ou en limaille fine : c'est ainsi que les déterminations ont été faites pour plusieurs de ces métaux, notamment pour l'étain, le zinc et le cadmium, lesquels se comportent alors comme des métaux appartenant au système régulier.

» Quant à la méthode d'observation et à l'instrument (construit par H. Soleil) qui a servi pour ces recherches, j'en ai déjà entretenu l'Académie avec assez de détails dans de précédentes communications pour n'avoir pas, je crois, à y revenir ici (*Comptes rendus*, t. LVIII et LXII).

» Il est à peine nécessaire d'ajouter que j'ai mis tous mes soins à choisir pour ces expériences les substances les mieux définies et les plus pures, mais si le présent travail n'est pas resté plus incomplet sous ce rapport, j'en serai certainement redevable à plusieurs de nos éminents confrères et aussi à plusieurs autres savants distingués qui ont bien voulu me prêter leur concours; ainsi, je dois l'or, l'argent et le plomb à M. Peligot, ainsi que les analyses du bronze et du cuivre jaune ; plusieurs des métaux de la série du platine, ainsi que le fer, le nickel, le silicium, l'aluminium à M. H. Sainte-Claire-Deville ; le rhodium à M. Fremy ; le fer météorique à M. Daubrée ; enfin, j'ai reçu l'indium de M. Schrœter, la paraffine de M. Berthelot, l'antimoine rhomboédrique de M. Des Cloizeaux, et le thallium de M. Lamy.

» Les limites de température entre lesquelles les mesures ont été effectuées sont généralement comprises entre 10 et 80 degrés, et les longueurs des échantillons observés ont varié de 2 à 16 millimètres, dimensions qui pourraient être considérées comme bien faibles, si l'on ne faisait pas remarquer que l'instrument accuse nettement des variations de longueur qui ne dépasse pas $\frac{1}{30000}$ de millimètre.

Tableau des coefficients de dilatation de divers corps solides.

DÉSIGNATION DES SUBSTANCES.	COEFFICIENT de DILATATION LINÉAIRE $\alpha_{\theta=40^\circ}$.	VARIATION DU COEFFICIENT pour 1° $\frac{\Delta\alpha}{\Delta\theta}$.	ALLONGEMENT DE L'UNITÉ DE LONGUEUR calculée de 0° à 100° $100\left(\alpha_{\theta=40^\circ}+10\frac{\Delta\alpha}{\Delta\theta}\right)$.
CARBONE (diamant)	0,00000118.	1.44	0,000132
CHARBON métallique (des cornues à gaz)	0,00000540.	1.10	0,000551
GRAPHITE (de Batongol)	0,00000786.	1.01	0,000796
ANTHRACITE (de Pensylvanie)	0,00002078.	— 8.15	0,001996
HOUILLE (de Charleroy)	0,00002782.	2.95	0,002811
PARAFFINE (de Rangoon), fusible vers 56 degrés	0,00027854.	99.26	»
SILICIUM (fondu)	0,00000763.	1.69	0,000780
SOUFRE (de Sicile). Dilatation moyenne suivant l'angle de 54°44′ avec les trois axes du cristal	0,00006413.	33.48	0,006748
SÉLÉNIUM (fondu)	0,00003680.	11.15	0,003792
TELLURE (fondu)	0,00001675.	5.75	0,001732

ARSENIC (sublimé, en cristaux confus)	0,00000559.	4.32	0,000602
OSMIUM (demi-fondu)	0,00000657.	2.18	0,000679
RUTHÉNIUM (demi-fondu, poreux)	0,00000963.	2.81	0,000991
PALLADIUM (forgé, recuit)	0,00001176.	1.32	0,001189
RHODIUM (demi-fondu)	0,00000850.	0.81	0,000858
IRIDIUM (fondu)	0,00000700.	0.79	0,000708
PLATINE (fondu)	0,00000899.	0.78	0,000907
PLATINE-IRIDIUM (fondu, Ir. = 0,1), métal du trépied à vis employé pour ces obervations	0,00000884.	0.76	0,000892
OR (fondu)	0,00001443.	0.83	0,001451
ARGENT (fondu)	0,00001921.	1.47	0,001936
CUIVRE ROUGE. natif (du lac Supérieur)	0,00001690.	1.83	0,001708
CUIVRE ROUGE. des arts	0,00001678.	2.05	0,001698
CUIVRE JAUNE. (Cuivre = 71,5. Zinc = 27,7. Étain = 0,3. Plomb = 0,5.)	0,00001859.	1.96	0,001879
BRONZE. (Cuivre = 86,3. Étain = 9,7. Zinc = 4,0.)	0,00001782.	2.04	0,001802

Tableau des coefficients de dilatation de divers corps solides. (Suite.)

DÉSIGNATION DES SUBSTANCES.	COEFFICIENT de DILATATION LINÉAIRE $\alpha_{\theta=40^\circ}$	VARIATION DU COEFFICIENT pour 1° $\frac{\Delta\alpha}{\Delta\theta}$	ALLONGEMENT DE L'UNITÉ DE LONGUEUR calculée de 0 à 100° $100\left(\alpha_{\theta=40^\circ}+10\frac{\Delta\alpha}{\Delta\theta}\right)$.
NICKEL réduit par l'hydrogène et comprimé	0,00001279.	0.71	0,001286
COBALT réduit par l'hydrogène et comprimé	0,00001236.	0.80	0,001244
FER doux, employé pour les électro-aimants	0,00001210.	1.85	0,001228
FER réduit par l'hydrogène et comprimé	0,00001188.	2.05	0,001208
FER MÉTÉORIQUE (de Caille)	0,00001095.	1.75	0,001113
ACIER FONDU (français) trempé	0,00001322.	3.99	0,001362
ACIER FONDU (français) recuit	0,00001101.	1.24	0,001113
ACIER FONDU (anglais) recuit	0,00001095.	1.52	0,001110

FONTE de fer (grise)	0,00001061.	1.37	0,001075
BISMUTH cristallisé (rhomboèdre de 87°40′) — suivant l'axe du cristal	0,00001621.	2.09	0,001642
BISMUTH cristallisé (rhomboèdre de 87°40′) — normalement à l'axe du cristal	0,00001208.	3.11	0,001239
BISMUTH cristallisé (rhomboèdre de 87°40′) — dilatation moyenne calculée	0,00001346.	2.77	0,001374
ANTIMOINE cristallisé (rhomboèdre de 117°8′) — suivant l'axe du cristal	0,00001692.	— 0.94	0,001683
ANTIMOINE cristallisé (rhomboèdre de 117°8′) — normalement à l'axe du cristal	0,00000882.	1.34	0,000895
ANTIMOINE cristallisé (rhomboèdre de 117°8′) — dilatation moyenne calculée	0,00001152.	0.58	0,001158
ÉTAIN de Malacca (poudre comprimée)	0,00002234.	3.51	0,002269
INDIUM (fondu)	0,00004170.	42.38	0,004594
PLOMB (fondu)	0,00002924.	2.39	0,002948
THALLIUM (fondu)	0,00003021.	11.41	0,003135
ZINC distillé (poudre comprimée)	0,00002918.	— 1.27	0,002905
CADMIUM distillé (poudre comprimée)	0,00003069.	3.26	0,003102
ALUMINIUM (fondu)	0,00002313.	2.29	0,002336
MAGNÉSIUM (fondu)	0,00002694.	6.84	0,002762

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un problème de calcul intégral; par* **M. J.-A. Serret.**

« Un savant anglais, M. Crofton, a communiqué, il y a quelque temps, à l'Académie un théorème de calcul intégral qui n'a pas manqué de fixer l'attention des géomètres, tant à cause de l'élégance du résultat obtenu que de la méthode singulière et ingénieuse dont l'auteur a fait usage pour l'établir. Voici en quels termes M. Crofton a énoncé son théorème :

« *Soit un contour convexe de forme quelconque, dont la longueur totale est* L, » *et qui renferme un espace* Ω; *si l'on appelle* θ *l'angle des deux tangentes me-* » *nées d'un point extérieur* (x, y) *à ce contour, on aura l'intégrale*

$$\iint (\theta - \sin\theta)\, dx\, dy = \frac{1}{2} L^2 - \pi\Omega$$

» *pour toute la surface du plan, extérieure au contour* (*). » x et y désignent, bien entendu, des coordonnées rectangulaires.

» Il est très-remarquable que ce théorème subsiste lorsque le contour convexe L, au lieu d'être une courbe continue, est formé de parties droites ou courbes faisant entre elles des angles quelconques. L'angle θ est toujours celui sous lequel le contour L est vu du point dont les coordonnées rectangulaires sont x et y; mais les droites *circonscrivantes* qui en sont les côtés ne sont plus nécessairement des tangentes, et elles peuvent pivoter autour des divers sommets du contour.

» Il est évident que, pour établir la formule de M. Crofton dans toute sa généralité, il suffit de se borner au cas où le contour L est un polygone rectiligne convexe d'un nombre quelconque n de côtés; la démonstration peut être alors présentée d'une manière très-simple, comme il suit.

» L'origine des coordonnées étant placée à l'intérieur du polygone, soit ω l'angle formé par le rayon vecteur du contour L avec la direction des abscisses positives. Nous supposerons que cet angle croisse lorsque le rayon vecteur se meut en s'élevant de l'axe des x vers l'axe des y, et nous représenterons par $A_0, A_1, \ldots, A_{n-1}$ les sommets du polygone dans l'ordre où ils sont rencontrés, chaque indice pouvant être, si l'on veut, augmenté de n; nous désignerons par ω_{i-1} la valeur de ω, lorsque le rayon vecteur est perpendiculaire au côté $A_{i-1}A_i$.

(*) *Comptes rendus de l'Académie*, t. LXV, p. 994.

» Posons

$$(1)\qquad V = \int\int (\theta - \sin\theta)\,dx\,dy,$$

et désignons par $V_{i,j}$ la partie de l'intégrale V qui répond au cas où les droites circonscrivantes ne font que pivoter autour des sommets respectifs A_i, A_j. Soient α, β les valeurs que prend ω quand le rayon vecteur du contour est perpendiculaire à ces droites; les variables α, β seront liées aux coordonnées x, y par les équations

$$(2)\qquad \begin{cases} (x_i - x)\cos\alpha + (y_i - y)\sin\alpha = 0, \\ (x_j - x)\cos\beta + (y_j - y)\sin\beta = 0, \end{cases}$$

et si l'on fait

$$(3)\qquad \begin{cases} A_{i,j} = (x_i - x_j)\cos\alpha + (y_i - y_j)\sin\alpha, \\ B_{j,i} = (x_j - x_i)\cos\beta + (y_j - y_i)\sin\beta, \end{cases}$$

on aura, par les formules (2),

$$\frac{dx}{d\beta}\frac{dy}{d\alpha} - \frac{dx}{d\alpha}\frac{dy}{d\beta} = \frac{A_{i,j}B_{j,i}}{\sin^3(\beta-\alpha)};$$

d'où il suit que, dans le système des variables α, β, l'élément superficiel est représenté par

$$\pm\frac{A_{i,j}B_{j,i}}{\sin^3(\beta-\alpha)}\,d\alpha\,d\beta.$$

$A_{i,j}$ et $B_{j,i}$ sont des quantités positives, et si l'on pose

$$(4)\qquad \beta - \alpha = \pi - \theta,$$

on aura

$$(5)\qquad V_{i,j} = \int\int \frac{\theta - \sin\theta}{\sin^3\theta} A_{i,j}B_{j,i}\,d\alpha\,d\beta;$$

l'intégration doit s'étendre aux valeurs de α, β respectivement comprises entre ω_{i-1} et ω_i, ω_{j-1} et ω_j. Nous supposons $j > i$; l'angle θ peut avoir les valeurs comprises entre $-\pi$ et $+\pi$.

» Désignons par $D_{i,j}$ la distance des sommets A_i, A_j du polygone L, et posons, pour abréger l'écriture,

$$(6)\qquad \Theta = \frac{1}{2}\left[\log(1+\cos\theta) - \frac{\theta\cos\theta}{\sin\theta}\right],$$

et

$$(7)\qquad f_{i,j}(\alpha,\beta) = (A_{i,j}^2 + B_{j,i}^2)\Theta + \frac{1}{2}A_{i,j}B_{j,i}\frac{\theta}{\sin\theta} + \left(-A_{i,j}B_{j,i} + \frac{1}{2}D_{i,j}^2\cos\theta\right);$$

on trouve aisément que l'on a

$$\frac{\theta - \sin\theta}{\sin^3\theta} A_{i,j} B_{j,i} = \frac{d^2 f_{i,j}(\alpha, \beta)}{d\alpha\, d\beta},$$

et, par conséquent, la formule (5) donnera

$$(8) \quad V_{i,j} = f_{i,j}(\omega_i, \omega_j) - f_{i,j}(\omega_i, \omega_{j-1}) - f_{i,j}(\omega_{i-1}, \omega_j) + f_{i,j}(\omega_{i-1}, \omega_{j-1}).$$

Si l'on attribue à j les valeurs $i+1$, $i+2, \ldots, i+n-1$, puis à i les valeurs $0, 1, 2, \ldots, (n-1)$, et que l'on ajoute ensemble toutes les valeurs de $V_{i,j}$ ainsi obtenues, il est évident que l'on formera le double $2V$ de l'intégrale à évaluer, car chaque point du plan aura été rencontré deux fois. Soit $U_{\mu,\nu}$ la partie de cette somme $2V$ qui dépend des angles ω_μ, ω_ν, la valeur de $U_{\mu,\nu}$ se déduira de celle de $V_{i,j}$ en donnant à i, j les valeurs μ, ν dans le premier terme du second membre de la formule (8); $\mu, \nu+1$, dans le deuxième terme; $\mu+1, \nu$ dans le troisième, et $\mu+1, \nu+1$ dans le quatrième. On a donc

$$(9) \quad U_{\mu,\nu} = f_{\mu,\nu}(\omega_\mu, \omega_\nu) - f_{\mu,\nu+1}(\omega_\mu, \omega_\nu) - f_{\mu+1,\nu}(\omega_\mu, \omega_\nu) + f_{\mu+1,\nu+1}(\omega_\mu, \omega_\nu),$$

ce qui, à cause de la formule (7), se réduit à

$$(10) \quad U_{\mu,\nu} = [(x_\nu - x_{\nu+1})(y_\mu - y_{\mu+1}) - (x_\mu - x_{\mu+1})(y_\nu - y_{\nu+1})] \frac{\pi + \omega_\mu - \omega_\nu}{2} + D_{\mu,\mu+1} D_{\nu,\nu+1}.$$

» D'après cela, on obtiendra l'intégrale $2V$ en faisant la somme de toutes les valeurs que prend $U_{\mu,\nu}$ quand on donne à chacun des indices μ, ν toutes les valeurs $0, 1, 2, \ldots, (n-1)$, avec la précaution d'ajouter 2π à ω_ν lorsque ν est inférieur à μ. On a ainsi, après la suppression des termes qui se détruisent,

$$(11) \quad V = -\frac{\pi}{2} \sum [(x_\nu - x_{\nu+1})(y_\mu - y_{\mu+1}) - (x_\mu - x_{\mu+1})(y_\nu - y_{\nu+1})] + \frac{1}{2} \sum D_{\mu,\mu+1} D_{\nu,\nu+1}.$$

Dans la première partie de cette expression, l'indice ν doit être inférieur à μ, mais dans la seconde partie chaque indice doit recevoir les valeurs $0, 1, 2, \ldots, (n-1)$. On voit que cette seconde partie est égale à $\frac{1}{2} L^2$, et la première partie qui se réduit à

$$-\frac{\pi}{2} \sum (x_\mu y_{\mu+1} - x_{\mu+1} y_\mu),$$

est égale au produit de $-\pi$ par l'aire Ω du polygone. On a donc

$$V = \frac{1}{2} L^2 - \pi\Omega. \text{ »}$$

HISTOIRE DE L'INDUSTRIE MINÉRALE. — *Note sur le kaolin de La Lizolle et d'Échassières, département de l'Allier, et sur l'existence de minerai d'étain qui y a été exploité à une époque extrêmement reculée;* par **M. Daubrée.**

« On exploite, depuis quelques années, dans le département de l'Allier, un gisement de kaolin remarquable, tant par lui-même que par une exploitation qui remonte à une époque immémoriale, et dont on trouve de nombreux indices à la surface du sol.

» *Gîte de kaolin.* — Le gîte de kaolin dont il s'agit, connu d'abord dans la commune d'Échassières, a été ensuite découvert et poursuivi dans celle de La Lizolle, où il est très-activement exploité par M. le baron de Veauce: le kaolin s'étend aussi dans la commune de Constansouze.

» Ce kaolin provient de la décomposition sur place d'une roche granitique intercalée au milieu de schistes cristallins, micaschistes et gneiss (1). La roche originaire consistait en une sorte de pegmatite; on y distingue encore des paillettes de mica argentin, donnant les réactions de la lithine.

» Le quartz hyalin est en grains irréguliers et dépourvu de faces cristallines, ainsi qu'il se trouve en général dans le granite. La proportion du quartz dans la roche à kaolin dont il s'agit, est remarquablement forte : d'après plusieurs essais faits par lévigation, elle dépasse 50 et atteint même 80 pour 100 du poids total.

» Ce quartz examiné au microscope, après avoir été coupé en tranches très-minces, suivant le procédé si habilement employé par M. H. Clifton Sorby, présente des cavités très-nombreuses, mais excessivement petites, dans chacune desquelles on reconnaît la présence d'un liquide (2).

» Des filons quartzeux, en assez grand nombre, traversent le gîte de kaolin, tant dans la forêt des Collettes, qu'à La Bosse, commune d'Échassières ; il en est dont l'épaisseur atteint 1 mètre.

» Ces filons sont, en général, orientés parallèlement entre eux, suivant une direction qui est moyennement N. 25° E. à S. 25° O., et se rapproche par conséquent de celle du système de Longmynd (3).

---

(1) Boulanger, *Statistique de l'Allier*, p. 68 et 77.

(2) La dimension de chacune de ces cavités n'excède pas $0^{mm},007$ et pour la plupart se rapproche de $0^{mm},003$. Leur extrême petitesse est en quelque sorte compensée par leur grand nombre; car il est des parties où l'on en a compté quatorze dans la surface de $0^{mm},001$.

(3) Il existe dans les gîtes d'étain de Montebras (Creuse) des filons croiseurs de cette même direction.

» Le quartz qui les constitue n'est pas laiteux, comme il arrive fréquemment pour les filons qui sont encaissés dans le granite, mais hyalin, et parfois en cristaux nets et volumineux, qui tapissent de nombreuses géodes. Çà et là, ce quartz présente des empreintes en forme de table, telles que celles qui résulteraient de la disparition de cristaux lamellaires de barytine.

» L'oxyde de manganèse se montre fréquemment aussi, formant des enduits noirs dans les fissures du quartz.

» A peine connu il y a une vingtaine d'années, le kaolin de La Lizolle fournit déjà une extraction considérable, qui, en 1867, s'est élevée à 7 000 tonnes. Les procédés mécaniques de lavage du Cornwall y ont été habilement établis, de manière à donner au travail une grande célérité. Ce kaolin ne sert pas seulement à l'industrie céramique (porcelaine et faïence), il est aussi employé dans les papeteries, dans la préparation du sulfate d'alumine et pour celle du bleu d'outremer. Les résidus quartzeux et micacés, provenant du lavage, sont mis eux-mêmes à profit pour la fabrication de briques réfractaires.

» Dans les résidus les plus lourds du lavage, on remarque des grains noirs et peu cohérents, que consistent en oxyde de manganèse. Ce minéral est disséminé dans cette roche à kaolin, à peu près comme dans le kaolin d'Itxassou, près Cambô, département des Basses-Pyrénées. Toutefois, dans les échantillons que j'ai essayés, les grains ne sont qu'en proportion très-faible, $0^{gr},3$ à 1 gramme par kilogramme; ils passeraient donc inaperçus, si leurs caractères physiques ne les faisaient pas si facilement reconnaître.

» En outre, dans quelques parties du gîte, le kaolin laisse, au lavage, des grains noirs, plus durs que les premiers et qui sont principalement formés de cassitérite ou étain oxydé. Ce minéral ne s'y trouve aussi qu'en quantité très-faible; un échantillon en a fourni $0^{gr},1$ par kilogramme ($0^{k},0001$). Plusieurs autres parties du gîte n'en ont pas donné en quantité sensible.

» D'après l'examen qu'en a fait M. Stanislas Meunier, la cassitérite de La Lizolle renferme du tantale ou du niobium en quantités très-sensibles.

» Comme autres substances mélangées au kaolin, on peut citer les sels solubles, chlorure de sodium et sulfates alcalins, qu'il cède à l'eau bouillante.

» Dans un Mémoire publié, il y a près de trente ans (1), j'ai appelé l'attention sur la relation qui paraît exister en Cornwall, entre la formation du kaolin et celle du minerai d'étain, comme si les agents qui ont décomposé

(1) *Mémoires sur la constitution, l'origine et le gisement des minerais d'étain.* (*Annales des Mines*, 3e série, t. XX, p. 112; 1841.)

le feldspath étaient en connexion avec ceux qui ont apporté l'étain des profondeurs. Depuis lors, cette coïncidence a été remarquée dans diverses autres contrées, notamment en Espagne, dans la province de Zamora : le kaolin de l'Allier en présente un nouvel exemple.

» En outre, cette découverte de la cassitérite montre que la région du plateau central de la France, déjà reconnue comme stannifère dans la Haute-Vienne, dans la Creuse et même dans la Corrèze, s'étend jusque dans le département de l'Allier. La Lizolle est à 65 kilomètres de distance du gîte d'étain de Montebras (Creuse) et à 150 kilomètres de celui de Vaulry (Haute-Vienne).

» *Exploitation d'étain remontant à une époque immémoriale.* — En parcourant la forêt de Collettes qui recouvre les gîtes de kaolin, dont il vient d'être question, on remarque dans le sol de nombreuses cavités, visiblement pratiquées de main d'homme, à côté desquelles s'élèvent des monceaux de déblais ressemblant parfois à des *tumuli*.

» L'époque à laquelle doivent remonter ces anciens travaux est certainement très-reculée, à en juger d'après les débris de poteries excessivement grossières qu'on a récemment rencontrés dans ce sol remanié.

» Beaucoup de cavités, telles qu'elles se présentent aujourd'hui, sont sensiblement circulaires, peu profondes, et ont un diamètre variable, de 20 à 30 mètres, et davantage.

» Il en est qui présentent une autre forme. Ainsi, au mois de septembre 1868, les excavations pratiquées pour l'exploitation du kaolin venaient de faire reconnaître cinq tranchées parallèles, longues de plus de 40 mètres. Ces dernières peuvent avoir servi autrefois à des lavages, et, ce qui confirme dans cette dernière supposition, c'est que non loin de là, on a trouvé de nombreux résidus de bois, à peu près complétement décomposé, mais surtout reconnaissables par l'empreinte brune qu'ils avaient laissée dans le sol. Ces bois, sur lesquels M. Nony, directeur des travaux, a attiré mon attention, étaient disposés, les uns verticalement, les autres horizontalement, à la manière de barrages; à côté, se trouvaient des détritus très-grossiers, renfermant des débris quartzeux, comme ceux qui proviendraient d'un lavage.

» Les vestiges d'excavations dont il s'agit, parfois disposées suivant certains alignements, s'étendent sur une superficie considérable qu'on ne peut évaluer à moins de 200 hectares.

» Quel était l'objet de ces anciens travaux?

» Ce ne pouvait être le kaolin. Non-seulement on n'aperçoit aucun pro-

duit ancien qui aurait été fabriqué avec cette substance; mais, ce qui est plus concluant, ces anciennes fouilles, au moins dans la partie où j'ai pu les observer, s'arrêtent avant d'arriver jusqu'au gîte de kaolin lui-même.

» Elles ont été pratiquées dans un dépôt de transport, peut-être quaternaire, qui est superposé au granite à kaolin, et qui le recouvre sur une épaisseur de $1^{m},50$ à 4 mètres. Ce dépôt consiste en un limon sableux jaunâtre, bariolé de blanc, dans lequel sont disséminés de nombreux fragments quartzeux.

» En examinant attentivement ces fragments de quartz, j'en ai reconnu plusieurs qui contiennent de petits grains d'étain oxydé. Un autre échantillon, dans lequel ce minerai est également disséminé en quantité très-sensible, consiste en une variété de hyalomicte ou greisen, tout à fait semblable à celle que l'on connaît aux mines de Montebras, sous le nom de *Roche-Verte*.

» Ainsi ce n'est pas seulement la roche à kaolin qui est stannifère, mais aussi le dépôt qui la recouvre; les débris de minerai, après avoir été enlevés à la roche sous-jacente et aux filons métallifères qui la traversent, se sont concentrés çà et là, par suite de lavages naturels, dans ces matériaux de transport.

» C'est le minerai d'étain appartenant aux alluvions anciennes qui, selon toute apparence, avait attiré l'attention des anciens.

» Une meule circulaire en granite (de $0^{m},40$ de diamètre), qui récemment aussi a été rencontrée dans le sol superficiel, leur servait sans doute dans la préparation mécanique à laquelle ils soumettaient le minerai.

» Comme confirmation, j'ajouterai que les antiques excavations de l'Allier qui viennent d'être signalées présentent la plus grande analogie avec celles qui ont été reconnues, en 1859, dans la Creuse, à Montebras, par M. Mallard, Ingénieur des Mines (1), et qui là, comme sur quelques points de la Haute-Vienne, avaient pour but l'exploitation de l'étain.

» Ce minerai d'étain, dépourvu de l'état métallique, est disséminé en grains très-petits et très-peu nombreux dans des gangues pierreuses, ainsi qu'on peut le voir sur l'échantillon d'hyalomicte que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie. Il est si peu apparent, qu'il pourrait échapper à l'œil de plus d'un minéralogiste de notre époque. Ces fragments stannifères ne se rencontrent eux-mêmes, au moins maintenant, qu'en très-petit nombre au milieu

(1) *Société des Sciences naturelles de la Creuse*, 1859. — *Annales des Mines*; 6e série, t. X; 1866.

de cailloux et de sables dans lesquels ils sont comme noyés, et on en ignorerait certainement l'existence aujourd'hui dans cette localité, si l'exploitation du kaolin n'avait pas fourni l'occasion d'entailler le sol sur une grande étendue et de l'examiner avec une attention particulière.

» Le fait de la découverte et de l'exploitation de l'étain, qui vient d'être reconnu comme des plus probables, nous apporte donc un nouvel exemple, et des plus remarquables, de la perspicacité tout à fait surprenante avec laquelle nos ancêtres, dès une époque extrêmement reculée, savaient se diriger dans la recherche des mines et dans leur exploitation (1). »

ASTRONOMIE. — *Constitution physique du Soleil. Sur les résultats obtenus soit par l'analyse spectrale, soit par l'étude mécanique de la rotation; par* **M. Faye.**

« Personne n'admire plus que moi les récentes applications de l'analyse spectrale à l'étude du Soleil; j'y ai engagé de toutes mes forces l'un des plus habiles expérimentateurs de notre époque : je ne saurais donc être soupçonné de vouloir en affaiblir le mérite, si je me permets de rappeler aux astronomes que quelques-uns de ces résultats avaient déjà été obtenus par une voie toute différente, ainsi que M. Janssen a bien voulu le faire remarquer lui-même dans son beau Rapport. Une Note très-intéressante du P. Secchi, insérée dans le *Compte rendu* de la dernière séance, vient de montrer, une fois de plus, combien sont convergentes les deux voies suivies jusqu'ici, à savoir : la mécanique des mouvements des taches et l'analyse spectrale de la lumière solaire. Les conclusions sont si semblables, de part et d'autre, que les unes semblent être de simples réminiscences des premières. Je citerai comme exemple les idées que le P. Secchi a développées sur les taches du Soleil dans les pages 1084 et 1085, et j'engagerai les astronomes à comparer ces pages avec le Mémoire que j'ai publié l'an dernier (t. LXVII des *Comptes rendus*, p. 188 et suiv.), sous le titre : *Sur le Soleil, à propos d'un récent article du Macmillan's Magazine.* Aujourd'hui que les travaux d'analyse spectrale absorbent si fortement l'attention générale, il n'est pas hors de propos de rappeler qu'il existe une autre voie de recherches, et que cette voie, qui n'est pas la moins féconde, ne doit pas être entièrement délaissée. Le point culminant de la théorie du Soleil, par exemple, à savoir : la dépendance intime et immédiate qui existe entre les

---

(1) J'ai donné d'autres preuves de cette clairvoyance dans un *Aperçu historique sur l'exploitation des métaux dans la Gaule.* (*Revue archéologique,* 1867.)

phénomènes de la surface et la masse interne, est un résultat de l'étude mécanique de son singulier mode de rotation. Certes l'analyse spectrale ne semblait guère d'abord devoir y conduire, car cette notion a été vivement combattue, ici même, par l'illustre créateur de cette analyse, dans la discussion qu'il m'a fait l'honneur de soutenir contre moi. Et pourtant cette notion capitale a résisté à toutes les découvertes faites depuis sur les appendices extérieurs de la photosphère, dont il était impossible de se faire une idée nette avant les observations de la dernière éclipse, les découvertes de M. Janssen et les travaux de MM. Lockyer et Secchi. Bien plus, l'analyse spectrale, en éloignant à tout jamais l'hypothèse qu'on m'a si souvent opposée d'une vaste atmosphère, fortement absorbante et réfringente, dont les mouvements devaient déterminer ceux de la photosphère, et en mettant à sa place une mince couche irrégulière d'un gaz homogène très-peu dense, presque monochromatique et entièrement subordonnée aux phénomènes de la photosphère, l'analyse spectrale, dis-je, est venue confirmer de la manière la plus frappante la théorie que j'avais ébauchée d'après les seules lois de la rotation, lois que j'avais déduites elles-mêmes par le calcul de simples mesures angulaires faites en Angleterre. L'analyse spectrale ira plus loin, mais je suis convaincu qu'en ajoutant des vérités nouvelles à celles qu'on avait déjà entrevues par l'observation géométrique et le calcul, elle tendra à établir celles-ci plus solidement encore, sur les bases d'une sorte de physique expérimentale dont on n'eût guère autrefois soupçonné l'intervention actuelle dans l'étude du ciel. Ce sont, je le répète, deux voies différentes pour atteindre le même but; par l'une on n'aboutira pas à remettre en question, mais à confirmer et à développer ce qui a été obtenu par l'autre. J'émettrai à ce sujet le double vœu :

» 1° Que les longues séries d'observations photographiques de l'observatoire anglais de Kew, faisant suite aux belles mesures de M. Carrington, soient prochainement publiées;

» 2° Que ces observations ne soient pas abandonnées au bout de la seconde période décennale, comme cela a été annoncé, ou du moins qu'elles soient reprises sur le même plan dans un autre observatoire, soit en Europe, soit aux États-Unis. »

« **M. Ch. Sainte-Claire Deville**, en présentant un travail de M. J. Silbermann (1) sur la nouvelle aurore boréale qui s'est manifestée à

(1) *Voir* aux Mémoires présentés, p. 1164.

Paris dans la nuit du 13 au 14 mai dernier, ajoute les remarques suivantes :

» On voit que l'échéance des *saints de glace* de mai est venue s'ajouter à celles que j'ai fait ressortir, pour le milieu des *février*, dans l'avant-dernière séance. En résumant quelques-unes des mentions de phénomènes singuliers qui nous sont parvenues, on trouve les suivantes:

» Le 9. — *Pétersbourg*, le soir, éclairs, tonnerre et pluie.

» Le 10. — *Midi de la France*, le matin et dans la journée, orage dévastateur, accompagné de grêle : cet orage se fait sentir du golfe de Gascogne à Castelnaudary et au golfe du Lion.

» Le 13. — *Palerme*, sirocco; *Livourne*, perturbation magnétique; *Rome*, grande et extraordinaire perturbation magnétique; *Trieste*, la nuit du 13 au 14, aurore boréale; *Greenwich*, très-brillante aurore boréale; *Paris*, magnifique aurore boréale et perturbation magnétique; *Dunkerque*, aurore boréale; *Bruxelles*, courants électriques atmosphériques de 7 heures du soir à minuit. — Bourrasque dont le centre est sur l'ouest de la péninsule hispanique et marche vers l'est-nord-est.

» Le 14. — *Christiansund*, pluie et neige. — Bourrasque dont le centre est sur l'extrême nord de l'Europe et va de l'ouest à l'est.

» Le 15. — *Nord de la France*, violents orages; à Tourcoing (Nord), en particulier, coup de foudre tuant dans un champ trois travailleurs sur huit atteints. »

« **M. Ch. Sainte-Claire Deville** met sous les yeux de l'Académie de nouveaux documents relatifs à l'aurore boréale du 15 avril dernier. Ce sont trois feuilles, qui lui ont été envoyées par le *P. Perry*, Directeur du collége de Stony-Hurst, près Liverpool, et où sont reproduits, par un enregistreur photographique, les phénomènes magnétiques (déclinaison, force horizontale et force verticale), pendant les 12, 13, 14, 15, 16 et 17 avril 1869. On est frappé du contraste entre la régularité des courbes des trois premiers jours et du dernier avec les allures désordonnées de l'aiguille, le 15 avril et aussi le 16. Ces mouvements ont commencé vers midi et n'ont entièrement cessé que le 17 vers 2 heures du soir. « Dans la courbe de la déclinaison, dit le » P. Perry, le tracé indique une variation de 2° 23′ 14″, 4 en neuf minutes. » Les perturbations de la force verticale ont été si grandes, le 15, que nous » les avons perdues de 10 heures 5 minutes du soir à 8 heures du matin, le » lendemain, et de même le 16, avant minuit. Le tracé de la force horizon-

» tale décrit par un aimant suspendu à angle droit avec le méridien ma-
» gnétique est parfait.

» L'aurore boréale du 15 avril a été aussi observée à Cracovie, entre 9 heures et $11^h 30^m$ du soir.

» Mais il semble qu'elle n'ait pas apparu dans les régions plus boréales. D'après une Lettre de *M. Mohn*, Directeur de l'Institut météorologique de Norwége, si le temps couvert et brumeux aurait pu, à la rigueur, dissimuler le phénomène à Christiania, il n'en a pas été de même à Hellisö, où, malgré la sérénité du ciel, rien n'a été observé. Par contre, *M. Eug. do Canto* la signale aux Açores. »

M. R. **Clausius** fait hommage à l'Académie du second volume de ses « Mémoires sur la Théorie mécanique de la Chaleur ». Ce volume est accompagné de la Lettre suivante :

« J'ai eu l'honneur, en 1868, d'envoyer à l'Académie la traduction française du premier volume de mes Mémoires sur la Théorie mécanique de la Chaleur. Celle du second volume, qui termine cet ouvrage, vient de paraître, et je prends la liberté d'en faire hommage à l'Académie au nom du traducteur, M. F. Folie, de Liége.

» Qu'il me soit permis, à cette occasion, de faire quelques observations sur le contenu de ce second volume.

» Il se divise en deux Parties distinctes. La première Partie contient mes Mémoires sur l'application de la théorie mécanique de la chaleur à l'électricité. On a très-souvent, dans ces derniers temps, émis l'opinion que la chaleur, la lumière, l'électricité, le magnétisme, etc., ne sont que diverses formes d'une seule et même force, et que l'on peut transformer tous ces agents l'un dans l'autre. Mais je crois qu'il faut prendre garde de ne pas énoncer d'une manière trop générale et trop vague de telles opinions, et chercher, au contraire, à bien en préciser le sens. Quant à l'électricité, il me semble que ce n'est pas l'électricité elle-même, mais *le mouvement de l'électricité*, qui se transforme en chaleur. Un courant électrique, soit instantané, soit stationnaire, peut engendrer de la chaleur, et, *vice versâ*, la chaleur peut mettre en mouvement l'électricité et faire naître un courant électrique. Les lois d'après lesquelles cette transformation a lieu sont exposées dans mes Mémoires.

» Un de ces Mémoires, celui qui traite des phénomènes thermo-électriques, est cité dans un très-intéressant Mémoire de M. Le Roux (*Annales*

de Chimie et de Physique, 4e série, t. X, p. 232) de manière à pouvoir faire naître l'opinion que les explications données dans mon Mémoire avaient déjà été indiquées auparavant par M. Thomson; mais j'espère que M. Le Roux se convaincra lui-même, par la traduction de mon Mémoire, qu'il contient bien des choses dont il n'était pas question dans la Note du *Philosophical Magazine* (4e série, t. III, p. 529), qui est la seule que l'illustre géomètre anglais ait publiée sur ce sujet avant l'époque où mon Mémoire a paru.

» Dans le Mémoire XIII, qui concerne la conductibilité électrique dans les électrolytes, j'ai essayé d'expliquer cette conductibilité d'une autre manière que Grothuss, et je crois qu'on trouvera que cette nouvelle explication concorde mieux que l'ancienne avec les phénomènes connus.

» A la fin de la première Partie de ce volume, j'ai encore ajouté deux petites Notes sur le travail mécanique effectué par un courant électrique et sur l'accroissement de la résistance à la conductibilité électrique des métaux simples avec la température. Dans la dernière, j'ai appelé l'attention des physiciens sur une relation remarquable qui existe entre cette résistance et la température absolue.

» La seconde Partie du volume contient les Mémoires qui ont rapport aux idées que je me suis formées sur le mouvement que nous nommons *chaleur*. J'ai appliqué ces idées à divers phénomènes qui jouent un grand rôle dans la nature, et j'espère que les explications que j'ai données de ces phénomènes ne seront pas dépourvues d'intérêt pour l'Académie. »

RAPPORTS.

VOYAGES SCIENTIFIQUES. — *Rapport sur les travaux dont il serait désirable de charger les observateurs que S. Exc. le Ministre de l'Instruction publique se propose d'embarquer à bord du vaisseau-école* le Jean-Bart.

(Commissaires : MM. de Tessan, Faye, Becquerel, Brongniart, Boussingault, Milne Edwards rapporteur.)

« Dans un Rapport sur l'enseignement supérieur, adressé à l'Empereur vers la fin de l'année dernière, M. le Ministre de l'Instruction publique disait : « M. le Ministre de la Marine est résolu à faire entreprendre, chaque » année, un lointain voyage aux élèves de l'École navale; le navire qui les » porte pourrait recevoir quelques physiciens, naturalistes ou astronomes, » munis des livres et des instruments nécessaires; leurs travaux dirigés par » les instructions de l'Académie seraient à la fois utiles à la science, qui

» s'enrichirait d'observations recueillies sous toutes les latitudes, et aux » élèves, dont quelques-uns, tout en complétant l'instruction du marin, » commenceraient celle du savant. Ce voyage annuel serait une mission » scientifique. »

» Le projet de M. le Ministre va se réaliser, et, après s'être entendu à ce sujet avec son collègue de la Marine, il adressa au Président de l'Académie une Lettre contenant le passage suivant : « J'ai l'honneur de vous trans- » mettre l'itinéraire que suit le *Jean-Bart* en ce moment, et qui sera le même » pour la prochaine campagne. L'Académie jugera sans doute que ce voyage » de dix mois permettra d'entreprendre d'utiles études et de recueillir peut- » être des observations précieuses; je vous prie de vouloir bien lui deman- » der des instructions pour les deux savants que M. le Ministre de la Ma- » rine est disposé à recevoir à bord du *Jean-Bart*. »

» Pour répondre au désir de M. le Ministre de l'Instruction publique, l'Académie nomma au scrutin une Commission composée de trois Membres à la division des sciences mathématiques et de trois Membres à la division des sciences naturelles. Cette Commission s'est réunie le 25 janvier, mais n'ayant pas les renseignements nécessaires sur les conditions dans lesquelles la mission projetée devait s'accomplir, elle n'a pu commencer immédiatement ses travaux, et l'absence de deux de ses Membres a été ensuite une nouvelle cause de retard. Elle espère donc que l'Académie voudra bien l'excuser si elle n'a pas rempli son mandat plus promptement. Après mûr examen, elle a été unanime à penser qu'il serait bon de proposer l'étude de certaines questions relatives à la physique du globe, et nos savants collègues MM. Becquerel et Faye ont rédigé en conséquence des instructions qu'ils auront l'honneur de soumettre à l'Académie; mais la Commission a été d'avis que le voyage projeté pourrait être surtout utile aux sciences naturelles et elle a chargé le Rapporteur de vous exposer ses vues à ce sujet.

» Pendant près d'un siècle la Marine française a rendu à ces sciences d'importants services. En 1766 l'expédition de circumnavigation commandée par Bougainville donna l'exemple : un médecin savant, Commerson, y fut attaché, et les observations faites par ce voyageur à Madagascar, ainsi que dans beaucoup d'autres parties de l'hémisphère austral, ont été fort utiles, tant pour les zoologistes que pour les botanistes, bien que la mort prématurée de leur auteur en ait empêché la publication complète.

» Un second voyage de circumnavigation, commandé par Lapeyrousse, fut entrepris en 1789 et aurait certainement donné des résultats plus considérables, si un fatal naufrage n'était venu l'interrompre au milieu du grand Océan.

» En 1791, à la sollicitation de la Société d'Histoire naturelle de Paris, la France envoya dans l'océan Pacifique à la recherche de Lapeyrouse, l'amiral d'Entrecastaux, et adjoignit à ce marin des botanistes et des zoologistes aussi bien que des astronomes et des physiciens. Des malheurs de plus d'un genre empêchèrent cette expédition de rendre à la science tous les services qu'on pouvait en espérer, et, cependant, c'est à elle que l'île Maurice doit l'introduction de l'arbre à pain, et que les botanistes sont redevables des premières notions précises sur la végétation si remarquable de la Nouvelle-Hollande et sur la flore de la Nouvelle-Calédonie.

» Cette première série de voyages d'exploration fut complétée par l'expédition aux terres australes qui partit du Havre en 1800 sous le commandement du capitaine Baudin. Péron et Lesueur y furent attachés comme naturalistes, et, malgré les difficultés regrettables qu'ils eurent à surmonter, ces savants rendirent à la zoologie des services de premier ordre. Cuvier le constata dans un Rapport fait à l'Académie en 1806.

» Pendant le premier Empire, la guerre maritime ne permit pas à la France de continuer ces recherches lointaines; mais, dès que le parcours de la mer redevint libre, la marine de l'État, fidèle à ses traditions, se mit de nouveau au service de la science, et, en 1817, la corvette *l'Uranie*, sous le commandement de Louis de Freycinet, entreprit un voyage de circumnavigation qui fournit à M. Gaudichaud et à deux jeunes chirurgiens de la Marine, MM. Quoy et Gaimard, l'occasion d'enrichir la botanique et la zoologie d'un nombre considérable de faits nouveaux.

» Le voyage de l'*Uranie* se prolongea jusqu'en 1820, et deux années ne s'étaient pas écoulées depuis le retour de M. de Freycinet que, déjà, une seconde expédition scientifique du même ordre était organisée par les soins du département de la Marine. La corvette *la Coquille*, commandée par M. Duperrey et ayant à bord MM. Lesson, Garnot et Dumont d'Urville, employa quatre années à effectuer le tour du globe, et elle rapporta une riche moisson d'observations relatives à la physique du globe, ainsi que des collections d'un grand intérêt pour la zoologie et pour la botanique.

» Pendant les années 1826, 1827, 1828 et 1829, Dumont d'Urville fit, à bord de la corvette *l'Astrolabe*, son second voyage de circumnavigation; il avait pour compagnons MM. Quoy et Gaimard, dont les noms seront toujours cités avec reconnaissance par les zoologistes, et à son retour il déposa au Muséum d'histoire naturelle d'immenses collections dont la science a tiré grand profit.

» A cette époque le goût des études scientifiques était si développé dans le corps de la Marine, que les officiers chargés spécialement des travaux de recherches ne furent pas les seuls à contribuer activement au progrès de la physique du globe et de l'histoire naturelle. Ainsi pendant que l'*Astrolabe* explorait l'Océanie, la corvette *la Chevrette* avait mission de promener le pavillon français dans les mers de l'Inde, et deux des membres de l'état-major de ce bâtiment profitèrent de cette circonstance pour rendre à la science des services considérables. Le lieutenant de Blosseville y fit une longue série d'observations dont Arago porta le jugement le plus favorable, et le chirurgien-major, M. Reynaud, forma des collections zoologiques si importantes, que Cuvier les jugea dignes de fixer l'attention de l'Académie et de devenir l'objet d'un Rapport spécial.

» De 1830 à 1832, un autre chirurgien de la marine, Eydoux, se distingua de la même manière pendant le voyage de circumnavigation de la corvette *la Favorite*, commandée par le capitaine Laplace, et peu d'années après, il fit partie d'une expédition analogue qui fournit à la science des résultats beaucoup plus considérables. Effectivement, en 1836, il s'embarqua à bord de la corvette *la Bonite*, où se trouvèrent aussi deux hommes dont les noms acquirent bientôt une célébrité méritée. L'un était le pharmacien de la Marine dont nous avons déjà parlé, M. Gaudichaud, qui y conquit le droit de siéger dans notre Section de Botanique; l'autre était M. Souleyet, qui, chargé d'assister M. Eydoux dans son service médical, s'adonna avec zèle aux études zoologiques et parvint à réunir, pendant le voyage de circumnavigation de la *Bonite*, les matériaux d'un ouvrage de premier ordre sur l'organisation des mollusques.

» En 1837, Dumont d'Urville entreprit un nouveau voyage d'exploration dans les mers polaires de l'hémisphère austral, et il s'appliqua à rendre cette grande expédition profitable à toutes les branches de la science. Les chirurgiens de la Marine placés sous ses ordres formèrent des collections nombreuses qui vinrent enrichir le Muséum d'Histoire naturelle et qui aujourd'hui encore fournissent journellement aux zoologistes d'utiles matériaux d'étude.

» MM. Gaudichaud, Quoy, Gaimard, Lesson, Eydoux, Souleyet et les autres naturalistes dont nous venons de citer les noms ne sont pas les seuls savants distingués que le corps médical de la Marine ait fournis pendant cette période d'activité scientifique. Les services rendus à la zoologie et à la botanique par ces navigateurs, non moins zélés qu'instruits, sont des titres sérieux à la reconnaissance publique, et il est à regretter que vers

1840 ce mouvement se soit ralenti. Depuis un quart de siècle, l'attention de nos marins s'est dirigée principalement sur d'autres sujets, et les amis des sciences naturelles doivent être fort désireux de voir les voyages de long cours qu'exécutent les navires de l'État redevenir profitables à cette branche des connaissances humaines.

» Nous ne pouvons donc qu'applaudir à la pensée de M. le Ministre de l'Instruction publique, qui, à l'occasion du prochain passage de Vénus sur le disque du Soleil, se propose d'organiser une grande expédition scientifique dans l'hémisphère austral, et qui voudrait mettre à profit les voyages ordinaires des bâtiments de la Marine impériale, soit pour faire exécuter des travaux d'investigation considérés comme devant être utiles aux progrès de la science, soit pour développer chez les navigateurs le goût des recherches et le talent d'observation.

» C'est dans ce but que M. le Ministre veut placer à bord du vaisseau-école *le Jean-Bart* deux jeunes savants, et qu'il a demandé l'avis de l'Académie sur les études dont il conviendrait de les charger.

» Malheureusement les conditions dans lesquelles le voyage du *Jean-Bart* doit s'effectuer sont loin d'être favorables à des travaux propres à nous éclairer sur des points obscurs de la science. Ce bâtiment ne visitera que des parages qui ont été déjà explorés maintes fois, et ne fera que des relâches extrêmement courtes dans la plupart des ports où il touchera. Ainsi il ne s'arrêtera que quatre jours à Ténériffe, deux jours à Gorée, trois jours à Baïa, six jours à Rio-Janeiro, sept jours au cap de Bonne-Espérance, quatre jours à l'île Sainte-Hélène, quatre jours à la Martinique, et à peu près autant sur divers points de la côte est de l'Amérique septentrionale. La seule relâche de quelques semaines sera à Montevideo. Or les naturalistes ne trouvent en haute mer que peu d'objets d'étude, et ce n'est pas en quelques heures que l'on peut espérer faire, soit en zoologie, soit en botanique, des observations de quelque valeur, ou même réunir des matériaux convenables pour le travail à effectuer pendant les longues journées de la traversée. Si le *Jean-Bart* devait visiter des terres peu connues, une relâche de deux ou trois jours pourrait être fort utile; mais, dans la plupart des localités que nous venons d'énumérer on a déjà fait à peu près tout ce qui pouvait être fait en courant, et les études, pour être fructueuses, devraient être prolongées pendant plusieurs mois ou même davantage.

» Il y a cependant certaines recherches de zoologie générale et de botanique qui nous semblent pouvoir être exécutées pendant le voyage du

Jean-Bart et qui offriraient beaucoup d'intérêt, par exemple l'exploration de la faune marine à de grandes profondeurs.

» Les observations bathymétriques de Forbes et de plusieurs autres naturalistes sur les diverses stations des animaux marins, ainsi que sur les relations qui paraissent exister entre le mode de distribution de ces êtres et leur rôle géologique, ont soulevé beaucoup de questions importantes à résoudre et donnent de l'intérêt à tous les faits qui peuvent nous éclaircir sur les limites que la nature assigne à chaque espèce dans les profondeurs de la mer. Forbes avait pensé que la zone sous-marine habitable pour les animaux était très-étroite, et qu'à des profondeurs peu considérables, une centaine de brasses par exemple, toute trace de vie disparaissait; mais les recherches plus récentes ont prouvé que cela n'est pas. Ainsi, dans une communication faite à l'Académie en 1861, M. Alphonse-Milne Edwards établit que des mollusques et des coralliaires, aussi bien que d'autres zoophytes, peuvent vivre et se développer à une profondeur de plus de 2000 mètres, et que quelques-unes des espèces particulières à ces grandes profondeurs ne paraissent différer en rien de certains animaux dont la dépouille solide se rencontre à l'état fossile dans nos terrains tertiaires. Depuis une quinzaine d'années, des explorations nombreuses, faites à l'aide de la drague ou de la sonde, ont beaucoup contribué à l'avancement de nos connaissances relatives à la distribution des êtres vivants dans les régions sous-marines, et sont venues montrer que, même dans les profondeurs de l'Océan, des êtres microscopiques, les Foraminifères par exemple, se multiplient de façon à jouer un rôle considérable dans l'économie générale de la nature. Mais ces recherches, faites principalement par les zoologistes anglais et américains, n'ont pas été suffisamment poursuivies dans les mers lointaines et dans plusieurs des stations où le *Jean-Bart* doit s'arrêter : il serait utile de s'en occuper. Si le commandant de ce bâtiment voulait bien donner aux jeunes naturalistes commissionnés par le Ministre de l'Instruction publique les moyens de draguer méthodiquement à des profondeurs considérables sur la côte du Brésil, à Gorée, au Cap de Bonne-Espérance et à la Martinique, ceux-ci pourraient y recueillir des matériaux précieux, dont l'étude microscopique se ferait à loisir pendant les traversées et dont l'examen comparatif donnerait probablement des résultats importants pour la géologie aussi bien que pour la zoologie géographique.

» Nous signalerons également à l'attention de ces naturalistes voyageurs l'étude des animalcules pélagiens qui pendant les temps calmes flottent souvent en grand nombre à la surface de la mer et peuvent être recueillis

à l'aide de filets traînants convenablement disposés. La plupart de ces petits êtres sont d'une structure trop délicate pour qu'on puisse les bien étudier lorsqu'ils ne sont plus à l'état vivant; leur conservation est très-difficile, et il reste encore beaucoup à faire pour en compléter l'histoire. Ainsi plusieurs crustacés pélagiens paraissent être des larves destinées à subir des métamorphoses considérables et il serait très-intéressant d'en connaître le développement.

» L'histoire physiologique des Acalèphes, des Mollusques nageurs et des Annélides marins est également un sujet d'études presque inépuisable et qui n'a fait encore que peu de progrès ; les naturalistes embarqués à bord du *Jean-Bart* trouveraient probablement des occasions favorables pour s'en occuper pendant les traversées, et ils peuvent être assurés que s'ils cherchent bien ils feront de la sorte des découvertes intéressantes : mais les travaux de cet ordre nécessiteraient une certaine installation à laquelle il faudrait pourvoir d'avance.

» Il serait également important de comparer attentivement les animaux qui vivent sous les mêmes latitudes des deux côtés de l'océan Atlantique (1).

» Ce sont les espèces zoologiques de petite taille qu'il faudrait recueillir et étudier de préférence sur les points de relâche. Nos voyageurs ne peuvent espérer de rencontrer dans ces parages si fréquentés des animaux de taille ordinaire qui n'auraient pas été bien observés par leurs devanciers; mais, pour les petits Crustacés, les Annélides, les Mollusques nus et les Zoophytes, il en est autrement, car la plupart des collecteurs les négligent. Nous n'insisterons pas ici sur les précautions à prendre pour en assurer la conservation, car les indications à ce sujet se trouvent dans les instructions générales pour les voyageurs naturalistes publiées par les soins de l'Administration du Muséum.

» La personne qui serait chargée des recherches relatives à l'histoire naturelle pourrait, en ce qui concerne la botanique, s'occuper spécialement de recueillir et d'étudier les plantes marines des diverses stations indiquées ci-dessus. Ces plantes, recueillies avec soin dans leurs divers états de développement et étudiées sur le vivant dans leurs parties les plus délicates, ajouteraient, sans doute, des faits intéressants à ceux que nous connaissons des flores marines des diverses parties de l'océan Atlantique; mais pour ces recherches on ne devrait pas se contenter des échantillons imparfaits re-

(1) M. Élie de Beaumont a particulièrement insisté sur ce point.

jetés sur la côte ou de celles que la marée met à découvert : il faudrait chercher à se procurer par la drague celles qui croissent au-dessous de ce niveau et déterminer la profondeur à laquelle on les trouve. Un groupe de végétaux marins qui mériterait une attention particulière comprend les phanérogames marins, ou *Zostéracées*, dont beaucoup d'espèces des pays chauds ou des régions australes ne sont connues que très-imparfaitement, bien qu'elles constituent une des familles les plus intéressantes du règne végétal.

» L'un des Membres de la Section de Médecine (1) pense que dans quelques-uns des ports visités par le *Jean-Bart* il serait également désirable de faire des recherches exactes sur les conditions dans lesquelles s'y développent des maladies endémiques soit contagieuses, soit non contagieuses, telles que la fièvre jaune, la choléra, etc.; sur les causes qui déterminent ces maladies et sur leur mode de propagation. Les appareils employés par M. Pasteur pour recueillir les spores, les germes et les autres poussières qui flottent dans l'atmosphère pourraient être utilisés dans les recherches de cet ordre, et les observations organisées par nos voyageurs pourraient être continuées pendant le laps de temps nécessaire par les médecins qui résident dans les localités indiquées.

» L'Académie n'est pas consultée sur le choix des personnes auxquelles la mission scientifique à bord du *Jean-Bart* sera donnée; votre Commission n'a donc aucun avis à émettre sur ce point; mais il est une remarque générale que nous croyons utile de présenter. L'expérience souvent répétée montre qu'à bord des bâtiments de l'Etat les exigences du service militaire rendent en général très-difficile la position des hommes de science qui sont étrangers au corps de la Marine et qui ont à effectuer des travaux de recherches dont les navigateurs ne s'occupent pas d'ordinaire. Dans la plupart des voyages d'exploration dont nous avons parlé au commencement de ce Rapport, les naturalistes qui se trouvaient dans ees conditions ont rencontré des obstacles presque insurmontables, et les résultats n'ont été satisfaisants que lorsque les travaux d'investigation étaient confiés à des chirurgiens de la Marine ou à d'autres officiers du même corps. Lorsque ceux-ci sont chargés du service médical du bâtiment ils n'ont que rarement les loisirs nécessaires pour faire des recherches scientifiques, mais lorsqu'ils ne sont pas employés de la sorte et qu'ils sont embarqués avec une mission spéciale, comme l'était notre ancien confrère M. Gaudichaud, l'accomplissement de leur tâche devient beaucoup plus facile. Nous pensons donc que,

(1) M. Bouillaud a appelé l'attention de l'Académie sur ce point.

dans la plupart des cas, il conviendrait d'embarquer à bord du *Jean-Bart*, à titre de voyageur naturaliste, un des médecins, des chirurgiens ou des pharmaciens de la Marine impériale, qui, en raison de la direction de ses études scientifiques, serait apte à faire les recherches dont nous venons de parler et qui pourrait aussi concourir à l'instruction des élèves dont il se trouverait entouré.

» Nous saisirons également cette occasion pour appeler l'attention de M. le Ministre de l'Instruction publique sur les avantages qui pourraient résulter de travaux d'investigation poursuivis à loisir dans les mers du Japon et dans quelques autres parages où se trouvent des stations de la Marine impériale et où il serait facile de déposer sur certains points des naturalistes, qui, après un séjour de plusieurs mois dans une localité bien choisie, seraient transportés ailleurs et seraient placés ainsi dans des conditions favorables à l'accomplissement de travaux sérieux. Sur presque tous les points du globe fréquentés par les navigateurs, on a déjà effectué les recherches qui sont susceptibles de donner rapidement des résultats intéressants, et aujourd'hui les voyageurs qui veulent faire avancer la science ne le peuvent que rarement si ce n'est en restant longtemps dans la même région et en y faisant des études approfondies.

» Il y aurait aussi une série de travaux importants à faire sur la faune, la flore et la constitution géologique de chacune des possessions lointaines de la France. Avec le concours du département de la Marine, M. le Ministre de l'Instruction publique pourrait facilement ouvrir à nos jeunes savants un riche champ d'investigations dans chacune de nos colonies, et imprimer de là sorte une forte impulsion à une branche d'études dont les sciences naturelles ont beaucoup à espérer.

» Les Notes ci-jointes, rédigées l'une par M. Becquerel, l'autre par M. Faye, et présentées à l'Académie au nom de la Commission, feront connaître les vues de celle-ci au sujet des travaux relatifs à la physique et à l'astronomie, dont il serait désirable de charger les savants embarqués à bord du *Jean-Bart*.

» En résumé, chacun sait que pendant un siècle la Marine de la France a rendu de grands services aux sciences naturelles, et l'Académie verrait certainement avec une vive satisfaction nos navigateurs suivre sous ce rapport l'exemple de leurs devanciers. Les conditions dans lesquelles se trouveraient les savants placés à bord du *Jean-Bart* ne sont pas aussi favorables qu'on pourrait le désirer, mais, avec le concours des autorités maritimes, concours qui ne leur manquera pas, ces voyageurs pourront étudier un

certain nombre de questions intéressantes à résoudre pour l'histoire naturelle ainsi que pour la physique du globe, et il est à espérer que cette campagne contribuera à exciter l'amour des sciences parmi nos navigateurs. Nous proposons donc à l'Académie de remercier M. le Ministre de sa communication et d'appeler son attention sur les avantages que la science pourrait recueillir, non-seulement de la mission au sujet de laquelle nous avons été consultés, mais d'expéditions analogues dirigées sur d'autres points. »

Instructions annexées au précédent Rapport, sur les observations de physique terrestre; par **M. Becquerel.**

« Ces instructions sont relatives aux observations d'intensité magnétique et à celles de température.

» 1° On déterminera l'intensité magnétique, avec la boussole des intensités, en notant très-exactement la température qui influe sur le magnétisme des barreaux, et, par suite, sur la durée d'une oscillation.

» De nombreuses observations ont déjà été faites à cet égard, depuis le voyage de M. de Humboldt en Amérique, tant sur terre que sur mer; elles se trouvent toutes réunies sur les belles cartes magnétiques de M. Duperrey. Il serait utile de savoir si, depuis qu'elles ont été établies, les courbes d'intensité n'ont pas éprouvé un déplacement, comme on est porté à le croire d'après celui des méridiens magnétiques.

» 2° On a reconnu, depuis une quinzaine d'années, que la température de l'air est influencée par le rayonnement du sol jusqu'à une hauteur de 25 à 30 mètres, suivant les localités; mais on ignore encore quelle est l'influence de la mer. Il serait utile, par conséquent, d'observer la température de l'air à la surface de la mer et au haut des mâts, principalement quand le bâtiment marchera à la voile. Dans le cas où l'on emploiera la vapeur, l'observateur se placera dans la partie opposée à la cheminée de la chaudière à vapeur.

» La température de la mer à sa surface et à de grandes profondeurs devra être le sujet d'observations suivies.

» M. le capitaine Duperrey, pendant son voyage de circumnavigation sur la *Coquille*, a recueilli dix-huit cent cinquante observations, depuis l'équateur jusqu'au 20e degré de latitude nord et sud, en notant avec soin si elles avaient été faites au milieu, sur les bords ou en dehors des courants marins. Ces observations lui ont servi à discuter l'importante question de

l'influence des courants marins sur les climats des régions dans le voisinage desquelles ils circulent.

» Le capitaine Dupetit-Thouars, dans le voyage de circumnavigation de la *Vénus*, a fait un grand nombre d'observations de température à des profondeurs variant de 30 à 2000 brasses, depuis 12°39′ jusqu'à 48°4′ de lat. S., et depuis 4°23′ jusqu'à 51°34′ de lat. N. Les résultats obtenus montrent que les sondes ont toujours donné, pour la température de la mer à de grandes profondeurs, 3 degrés en moyenne, quand la surface indiquait une température de 26 à 27 degrés.

» Scoresby a également recueilli des observations à de grandes profondeurs dans les mers polaires.

» Aimé en a fait aussi d'intéressantes dans la Méditerranée.

» Il serait convenable d'en faire de nouvelles avec les thermomètres à minima perfectionnés, dont on fait usage aujourd'hui; on pourra savoir alors jusqu'à quelle profondeur les courants marins exercent une influence sur la température de la mer, question qui se rattache à la présence des corps organisés au fond des mers et aux climats des régions polaires.

» Il ne suffirait pas de faire les observations que l'on vient d'indiquer : il faudrait, autant que possible, qu'elles fussent discutées, pour en faire ressortir toute l'importance. »

Instructions annexées au Rapport, sur les observations astronomiques; par **M. Faye.**

« Un des phénomènes les moins connus, parce qu'il ne peut être étudié d'une manière suivie qu'entre les tropiques, c'est assurément la lumière zodiacale. Nous la recommandons tout spécialement à l'attention des jeunes observateurs du *Jean-Bart*. Il faudrait s'attacher à en noter chaque fois les contours, à déterminer la direction de son axe et la position de sa pointe extrême. On chercherait à en suivre le prolongement jusque dans la région du ciel qui se trouve diamétralement opposée à celle où le phénomène se montre dans toute sa splendeur. Le chapelain d'un navire de guerre américain, le R. Jones, a publié sur cette étude un grand ouvrage, qui a excité le plus vif intérêt à l'époque de son apparition : c'est la suite de ces travaux qu'il s'agirait de reprendre. Il semble qu'à notre époque, où la physique céleste a fait tant de progrès, une pareille investigation doive aboutir à quelque grand résultat.

» Outre ce phénomène, dont l'étude n'exige pas d'autre instrument qu'un certain nombre de cartes célestes, nous recommandons l'observation attentive des étoiles filantes, surtout dans les régions intertropicales. Il serait bien curieux de savoir jusqu'à quel point la sérénité de leurs nuits favorise la visibilité de ces météores, qui ont pris récemment une si grande importance au point de vue de la constitution de l'univers. Des séries d'observations, continuées pendant les douze heures de nuit complète de ces régions, combleraient peut-être les lacunes que les courtes nuits de nos étés laissent subsister dans la connaissance des périodes horaires et mensuelles de ces phénomènes. On s'attacherait surtout à déterminer avec soin les centres de radiation principaux, que les observations faites dernièrement en Australie ont fait connaître avec une certaine approximation dans l'hémisphère austral, en dehors du cercle de visibilité de nos climats. Il est à peine nécessaire de rappeler les apparitions périodiques d'août et de novembre, dont il importe de noter avec soin tous les détails dans les stations les plus diverses.

» Lorsque nos jeunes navigateurs se trouveront sous de nouveaux cieux, ils voudront certainement se familiariser avec les étoiles qui restent invisibles pour nous, avec les nuées de Magellan, et ces brillantes constellations que Humboldt décrivait avec tant de charme. Mais, sans un instrument d'une grande puissance, il serait difficile d'ajouter à ce que nous devons aux recherches de Sir J. Herschel sur le ciel austral, si une branche presque nouvelle d'astronomie physique, l'étude des étoiles variables, n'était abordable avec les plus faibles lunettes, ou mieux encore à l'œil nu. La classification des étoiles par ordre de grandeur, la comparaison de leur éclat avec celui de quelques étoiles voisines, pourraient être confiées à des observateurs attentifs dans le cours d'une première expédition et servir de points de repère pour leurs successeurs dans les expéditions suivantes. On sait combien les variations si étonnantes de l'étoile η du Navire ont excité d'intérêt.

» Mais nos hypothèses ne doivent pas se borner à quelques problèmes de physique céleste; il reste encore à glaner dans le champ de l'astronomie ordinaire. Nous voudrions que les navigateurs du *Jean-Bart* essayassent comparativement les différents procédés qui ont été recommandés pour la détermination rapide des longitudes, soit en mer, soit sur des points mal connus des côtes. À terre, M. d'Abbadie a tiré un grand parti de l'occultation des petites étoiles par la Lune (en Abyssinie) : une lunette astrono-

mique de force moyenne suffirait pour mettre à l'essai cet excellent procédé. On devrait reprendre les éclipses des satellites de Jupiter, un peu trop négligées depuis longtemps, en s'attachant à masquer la planète par un petit écran placé au foyer de la lunette, ce qui donnerait probablement des résultats meilleurs qu'avec un œil ébloui ou fatigué par la présence continuelle d'un disque lumineux. En mer, on appliquerait simultanément, dans des circonstances variées, les méthodes proposées pour déterminer l'heure, et par suite la longitude, à l'aide du sextant ou du cercle à prismes réflecteurs. M. de Littrow, le savant Directeur de l'Observatoire impérial de Vienne, en a proposé une qui, par sa simplicité, a déjà excité l'intérêt des marins; il a même adressé récemment à l'Académie plusieurs exemplaires de ses publications, avec prière de les recommander aux jeunes observateurs du *Jean-Bart*.

» L'étude de la dépression de l'horizon de la mer donnera d'intéressants résultats lorsque l'altitude sera bien connue, ainsi que les données relatives à la densité et à la température des couches inférieures de l'atmosphère. On pourrait même, d'une station très-élevée, telle que le Pic de Ténériffe, tenter de déterminer directement l'aplatissement du globe terrestre en mesurant simplement la dépression de l'horizon de la mer dans deux autres directions perpendiculaires, celle du méridien et celle du parallèle; mais il faudrait que les éléments du calcul de la réfraction fussent connus avec précision au sommet et au niveau de la mer.

» Enfin, nous recommanderons aux navigateurs du *Jean-Bart* de saisir toutes les occasions de recueillir des renseignements précis sur les points qui ont été proposés pour l'observation du prochain passage de Vénus sur le Soleil. S'ils devaient stationner sur quelques-uns de ces points, ils rendraient service à la science en étudiant les localités et les ressources qu'elles peuvent offrir, pour une installation scientifique de quelque durée.

» La Commission se fera un devoir de mettre à la disposition de nos jeunes marins :

» 1° Des modèles de cartes préparées pour l'observation de la lumière zodiacale;

» 2° Des cartes pour l'observation des étoiles filantes;

» 3° Le Catalogue des centres de radiation des étoiles filantes dont la détermination plus exacte offre de l'intérêt;

» 4° Des cartes des étoiles du ciel austral visibles à l'œil nu;

» 5° Les brochures adressées par M. de Littrow à l'Académie des Sciences pour l'expédition du *Jean-Bart*;

» 6° Les publications du Bureau des Longitudes sur le prochain passage de Vénus.

» Pour tout le reste, la *Connaissance des Temps* suffit largement. »

L'Académie approuve ces Rapports, et elle décide qu'une copie en sera adressée à S. Exc. le Ministre de l'Instruction publique.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Rapport sur un Mémoire intitulé :* Vue nouvelle sur la théorie des actions électrodynamiques, par M. Reynard.

(Commissaires : MM. Regnault, Fizeau, E. Becquerel, Bertrand rapporteur.)

« La théorie des actions électrodynamiques créée par Ampère est aujourd'hui justement classique. L'illustre inventeur a résolu avec un rare génie le problème si difficile qu'il s'était proposé : Expliquer les phénomènes électrodynamiques, en supposant l'action d'un élément égale à la réaction, et dirigée par conséquent suivant la droite qui joint les deux points entre lesquels elle s'exerce.

» La loi d'Ampère est la seule qui, sous cette condition, qu'il s'est expressément imposée, puisse s'accorder avec les faits. Cette condition d'ailleurs lui semblait évidente :

» Il est clair, dit-il, qu'on ne peut regarder comme vraiment élémentaire, ni une force qui se manifeste dans l'action de deux éléments qui ne sont pas de même nature, ni une force qui *n'agit pas suivant la droite qui unit les deux points entre lesquels elle s'exerce.*

» M. Reynard, dans le Mémoire très-intéressant dont nous avons à rendre compte, conteste précisément cette assimilation des forces électrodynamiques à l'attraction mutuelle des molécules matérielles, et, la considérant au contraire comme une pression, il est conduit à regarder l'action élémentaire sur un élément comme nécessairement normale à cet élément.

» Quelle que soit *à priori* la valeur d'une telle hypothèse et des vues qui dirigent l'auteur, on ne peut contester l'intérêt du problème qu'il se propose et qu'il a résolu. Une loi différente de celle d'Ampère peut-elle représenter aussi complétement tous les phénomènes observés?

» M. Reynard, en suivant la marche même d'Ampère et s'attachant à expliquer les mêmes cas d'équilibre empruntés à l'expérience, obtient une formule qui, dans l'hypothèse adoptée, est la seule possible, et qui de plus, comme il le prouve par un second calcul, donnera toujours, pour un cir-

cuit fermé quelconque, le même résultat que celle d'Ampère. M. Reynard n'affirme pas d'ailleurs que cette loi soit celle de la nature, mais il se borne sagement à établir que, pour l'explication des phénomènes connus, *elle est l'équivalent de la vérité*, et ses démonstrations sur ce point sont d'une entière rigueur.

» Le Mémoire de M. Reynard pose, on le voit, aux expérimentateurs un problème difficile qu'ils peuvent cependant et qu'ils doivent résoudre, car l'expérience, pour prononcer entre les deux lois, n'est pas aussi désarmée que le savant auteur semble le supposer. Bornons-nous à faire remarquer que, suivant la loi classique d'Ampère, deux éléments d'un même courant rectiligne se repoussent; ils sont sans action, au contraire, si l'on admet la loi nouvelle proposée par M. Reynard. Est-il impossible de modifier l'expérience célèbre qui, suivant Ampère, justifiait son assertion, sans laisser subsister l'objection qui, dans la théorie de M. Reynard, résulte de l'existence du conducteur transversal qui réunit les deux flotteurs sur lesquels s'exerce l'action?

» Quoi qu'il en soit, le Mémoire de M. Reynard sera lu avec profit par les physiciens comme par les géomètres, et, quoique les conclusions ne soient pas absolument nouvelles dans la science, les principes auxquels il les rattache et la série ingénieuse de ses déductions leur donnent un intérêt véritable que nous sommes heureux de signaler.

» La loi d'attraction proposée par M. Reynard se trouve en effet exprimée sans aucun développement, il est vrai, dans les œuvres posthumes de l'illustre Gauss (t. V, p. 618; 1867), qui, après avoir exprimé les trois composantes de l'attraction d'un élément telles qu'elles résultent de la loi d'Ampère, remarque que l'on peut ajouter à chacune d'elles une différentielle exacte quelconque d'une fonction des coordonnées du circuit attenant, et le choix qu'il fait lui donne trois composantes plus simples, qui sont précisément celles qui résultent de la loi de M. Reynard. J'ajouterai enfin que les mêmes expressions sont écrites, pour qui sait les y voir, dans le Mémoire même d'Ampère : l'illustre inventeur, en effet, calcule l'action d'un circuit fermé sur un élément de courant, et représente les composantes par trois intégrales. Si, pour chercher dans la résultante l'influence d'un élément ds du circuit attenant, on se borne, dans les formules d'Ampère, à supprimer le signe $\int$, on retrouve précisément les composantes obtenues par Gauss et par M. Reynard, et sur l'expression desquelles le Mémoire du savant ingénieur attire très-utilement l'attention des physiciens.

» En résumé, nous proposons à l'Académie de remercier M. Reynard de sa judicieuse et intéressante communication, et nous lui demanderions d'en ordonner l'insertion dans le *Recueil des savants étrangers*, si nous ne savions que les *Annales de Chimie et de Physique* la feront très-prochainement connaître au public. »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉCANIQUE. — *Étude géométrique sur le mouvement d'une sphère glissant ou roulant sur un plan horizontal; par* **M. H. Resal.** (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Combes, de Saint-Venant, Phillips.)

« Il m'a paru intéressant de chercher à arriver géométriquement aux curieuses propriétés, toutes géométriques d'ailleurs, du mouvement d'une bille pesante qui glisse ou roule sur un plan horizontal, propriétés auxquelles Coriolis est parvenu par une belle analyse, peut-être un peu difficile à suivre en raison du grand nombre de notations qu'elle comporte.

» Je suppose que le mobile est une sphère composée de couches concentriques homogènes, et je néglige le frottement de roulement et la résistance de l'air, devant le frottement de glissement, ce qui revient à considérer la réaction normale du plan comme passant rigoureusement par le point d'appui géométrique A. La seule force extérieure qui agisse sur la sphère étant une action horizontale F passant par le point de contact A, on voit immédiatement que *l'axe de l'accélération angulaire est perpendiculaire au plan vertical mené par* F; et, comme corollaire, que *la rotation instantanée autour de la verticale est constante*. Cette dernière rotation ne jouant aucun rôle, tant sous le rapport de l'inertie que sous celui du glissement, et même du roulement, on peut en faire abstraction sans nuire à la généralité du problème. On reconnaît alors que :

» 1° *Les molécules m du corps qui rencontrent successivement les différents points d'une certaine courbe horizontale* (B) [identique à celle que décrit le centre de gravité G, mais comprise dans un autre plan horizontal fixe] *ont une accélération tangentielle nulle.*

» 2° *Les plans osculateurs des trajectoires de m en* (B) *sont verticaux.*

» 3° *Les vitesses correspondantes* W *sont constantes en grandeur et en direction, et ne dépendent ainsi que des conditions initiales du mouvement.*

» 4° *L'accélération du corps en* A *est parallèle à celle* φ *qui est due à* F, *et en est une fraction déterminée.*

» Les propriétés précédentes sont indépendantes de la nature de la force F, que je supposerai dorénavant proportionnelle au frottement de glissement, et par conséquent *constante*.

» La démonstration du théorème suivant est à peu près évidente :

» 5° *La vitesse* V *du point de contact d'un solide qui glisse par ses éléments successifs sur un plan suit, en grandeur et en direction, la même loi que celle d'un point fictif dont l'accélération serait constamment celle du point de contact, en supposant que les vitesses initiales soient les mêmes de part et d'autre.*

» On déduit de là que :

» 6° V *suit la loi du mouvement uniformément retardé*, d'où la durée du glissement, obtenue d'une autre manière par Coriolis, à qui l'énoncé du théorème ci-dessus a échappé.

» 7° *La direction de* V *et* F *est constante et ne dépend ainsi que des conditions initiales du mouvement*, ce qui conduit immédiatement au théorème de J.-A. Euler, relativement à la forme parabolique de la trajectoire du centre de gravité G :

» 8° *Les rayons de courbure des trajectoires des points du corps arrivés sur* (B) *sont susceptibles d'une construction géométrique très-simple.*

» Je termine en faisant remarquer que, lorsque le glissement cesse, le frottement de roulement fait décrire à G une droite, d'un mouvement uniformément retardé. En tenant compte, en sus de ce dernier élément, de la résistance de l'air, qui, jusqu'à un certain point, lui est comparable, on peut, par une intégration, arriver à la loi du déplacement de G. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Aurore boréale du* 13 *mai* 1869. Notes de **MM. Rayet, Fron, de Vougy, Zandyck** et **Em. Comte**, présentées par M. Le Verrier.

(Commissaires : MM. Ch. Sainte-Claire Deville, Edm. Becquerel, d'Abbadie.)

« Une perturbation magnétique très-considérable a été observée à Paris, Greenwich, Bruxelles, Rome et Livourne dans la soirée du 13 mai ; elle a coïncidé avec une aurore visible à Londres, dans le nord de la France, à Paris et même jusqu'à Trieste.

Note de M. Rayet.

» A Paris la perturbation magnétique a commencé vers 2 ou 3 heures de l'après-midi. A l'observation de 4 heures du soir la déclinaison était de

18° 30′,1 (moyenne normale 18° 10′ environ), valeur relativement très-considérable; depuis plus d'une demi-heure les aiguilles placées dans le méridien magnétique éprouvaient des mouvements brusques fort remarquables. A $4^h 30^m$ la déclinaison était de 18° 25′,6 et à $4^h 35^m$ de 18° 20′,8 seulement; dans le court intervalle de cinq minutes de temps, elle avait diminué de 5 minutes d'arc. A 5 heures on observait 18° 19′,2.

» La perturbation était nettement commencée.

» Dans la soirée, à $9^h 30^m$, la déclinaison était de 18° 7′,1, à $10^h 30^m$ elle avait diminué jusqu'à 17° 58′,5; en même temps l'aiguille se trouvait de nouveau agitée de mouvements brusques d'un caractère spécial, qui, pour un observateur exercé, sont un indice certain de l'existence d'une perturbation produite par les décharges électriques d'une aurore. De $10^h 30^m$ à 11 heures la déclinaison diminue d'une manière rapide. Les observations faites de cinq en cinq minutes, à partir de 11 heures, donnent les résultats suivants :

Heures.	Déclinaisons.	Remarques.
h m	° ′	
11. 0	17.38,4	
5	27,8	Minimum 17° 26′,9 vers $11^h 4^m$.
10	56,3	
15	18.10,3	Maximum 18° 11′,2 vers $11^h 14^m$.
20	17.59,1	
25	59,0	
30	52,2	
35	36,7	
40	35,1	
45	32,4	
50	38,3	
55	37,5	
Minuit	34,3	

» Depuis $11^h 35^m$ les mouvements de l'aiguille étaient devenus lents et réguliers.

» Le caractère général de la perturbation a été une diminution d'environ 30 minutes dans la déclinaison; les courants électriques terrestres, conséquence de l'aurore, étaient en majorité dirigés du sud au nord.

» A Bruxelles, d'après M. Quetelet, des courants atmosphériques intenses ont été observés de 7 heures à minuit.

» L'aurore du 13 mai a, comme celle d'avril, coïncidé avec une forte perturbation atmosphérique. Le 12, de fortes pressions atmosphériques existent à l'ouest de l'Europe; le baromètre est à 770 millimètres en Irlande, à 760 millimètres en Espagne. Le 13 au matin, la pression atmosphérique

est tombée à 753 millimètres et 754 millimètres en Espagne, une dépression barométrique bien nette traverse la Péninsule, et la pluie est générale dans le S.-O. de l'Europe. Le 14 au matin, le minimum barométrique est transporté dans le voisinage de la chaîne des Pyrénées. Dans les jours suivants, il traverse la France du S.-O. au N.-E.

Note de M. Fron.

» Le ciel, très-nuageux à Paris pendant la première partie de la soirée, s'est éclairci vers 10^h15^m. A 10^h30^m, l'illumination de l'aurore commence à se montrer dans la région N.-N.-O du ciel au-dessus des brumes obscures qui en cachent une partie. Vers 11 heures, trois rayons d'une teinte rosée se distinguent très-nettement. Partant, le premier du N.-O., le second du N.-N.-O., le troisième du N.-N.-E., ils s'élèvent perpendiculairement et semblent se réunir vers le zénith; à travers les arbres du jardin de l'Observatoire, cette région du ciel est illuminée d'une clarté rougeâtre semblable à la lueur des aigrettes dans l'azote raréfié. C'est le moment du maximum de la perturbation magnétique.

» A 11^h15^m, le rayon N. est assez intense, mais ceux de la région O. et N.-E. s'affaiblissent d'une manière notable. A 11^h22^m, le phénomène s'est affaibli au N.-E. et au N.; mais il est encore sensible au N.-O. A 11^h25^m, une faible reprise se remarque vers le nord magnétique. A 11^h33^m, trois zones un peu éclairées se séparent encore des brumes de l'horizon. A 11^h45^m, tout phénomène lumineux avait cessé.

» Pendant toute la soirée des brumes plus on moins intenses n'ont cessé de voiler l'horizon.

Note de M. de Vougy, *Directeur général des lignes télégraphiques.*

» Des courants continus se sont produits hier, 13 mai, sur les fils télégraphiques aboutissant à Paris. Les courants atmosphériques qui se mêlaient à ces courants terrestres en ont fait sensiblement varier l'intensité et ont empêché d'en déterminer la direction d'une manière positive; cependant la ligne que le phénomène paraît plus probablement avoir suivie est celle du sud au nord.

» Les fils les plus affectés ont été ceux de Bordeaux, de Lyon, de Strasbourg et du Havre. Le travail a été difficile de 3 à 9 heures du soir, et impossible de 9 heures à minuit, heure à laquelle les courants perturbateurs ont cessé.

Note de M. Zandyck.

» Dans la nuit du jeudi 13 mai 1869, à 11 heures du soir, une lueur rougeâtre s'élevait au nord de Dunkerque; bientôt cette partie du ciel fut embrasée et une teinte vert émeraude se détachait brutalement du foyer.... C'était une aurore boréale des plus intenses qui embrassait complétement la partie nord du ciel et semblait envelopper Dunkerque comme dans une fournaise. A minuit un quart, ce phénomène avait cessé.

Note de M. Em. Comte, *d'Albert* (*Somme*).

» Une nouvelle aurore boréale a été observée ici, hier au soir, assez imparfaitement du reste, vu l'état défavorable du ciel.

» Le 13 mai, à $10^h 50^m$ du soir environ, une forte lueur d'un beau rouge de carmin s'apercevait dans la direction du N.-O. à travers le voile d'une couche de nuages vaporeux couvrant le ciel. L'état de l'atmosphère empêchait de distinguer l'aurore à l'horizon; quelques éclaircies m'ont permis néanmoins de constater l'intensité de la lueur et sa grande étendue dans le sens vertical, puisqu'elle enveloppait η de la Grande Ourse et atteignait ainsi le zénith. Pas de grands rayons lancés avec force comme dans le phénomène du 15 avril, mais une lueur uniforme variant assez brusquement d'intensité. A $11^h 20^m$ on ne distinguait plus cette lueur; à minuit il n'en restait aucune trace. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Aurore boréale du* 13 *mai*. Note de **M. Chapelas**. (Extrait.)

(Commissaires : MM. Ch. Sainte-Claire Deville, Edm. Becquerel, d'Abbadie.)

« J'ai l'honneur d'adresser à l'Académie quelques détails sur une nouvelle aurore boréale qui s'est manifestée à Paris, dans la soirée du 13 mai.

» Malgré que le temps fût en partie couvert, vers $9^h 30^m$ du soir, une clarté blafarde et persistante illuminait la partie nord-ouest du ciel, dont l'horizon était alors masqué par des stratus très-épais et quelques nuages détachés. Il y avait évidemment manifestation d'aurore boréale, aussi notre attention fut-elle principalement portée sur ce point.

» Ce fut seulement à $10^h 47^m$ que s'élancèrent tout à coup vers le zénith un grand nombre de rayons parfaitement détachés, présentant chacun trois nuances distinctes (vert pâle, blanc, rouge), et venant tous converger vers un petit arc bien déterminé, dont la circonférence, également très-brillante,

s'élevait à environ 20 degrés au-dessus de l'horizon. A ce moment, le phénomène, présentant un ensemble assez complet, ressemblait à un peigne armé de toutes ses dents.

» A 11 heures, le phénomène avait pris une grande extension, formé alors au centre d'une surface unie verdâtre, limitée de chaque côté, surtout à l'ouest, d'un large rayon d'un rouge sang bien accentué. Ce rayon persista pendant plusieurs minutes. A son maximum d'intensité, l'aurore avait une étendue de 135 degrés, de la tête du Dragon à la constellation du Grand Lion, et une hauteur d'environ 50 degrés, les rayons ne dépassant pas le carré de la Petite Ourse.

» A $11^h 10^m$, nouvelle phase, la matière semblant se retirer sur elle-même vers le centre du phénomène, qui ne présentait plus qu'une faible amplitude; aussitôt parut un magnifique rayon d'un beau blanc argent, qui passant successivement du blanc au violet et du violet au rouge, s'éleva jusque passé le zénith.

» A $11^h 20^m$, l'aurore boréale avait perdu tout son éclat, ne présentant plus que quelques nébulosités persistantes. Enfin à $11^h 30^m$, le ciel avait repris sa teinte habituelle et s'était presque complétement découvert.

» *Remarques.* — 1° Cette aurore boréale, plus brillante que celle du 15 avril dernier, et dont l'aspect changeait à tous moments, présentait surtout cette particularité remarquable, que tous les rayons à peine formés s'épanouissaient presque immédiatement à leur partie supérieure colorée d'une teinte rouge très-vive, comme si une force située dans ces régions se fût opposée à leur entier développement, cette force venant alors du sud. Or l'observation des jours suivants semble confirmer cette remarque, puisque les courants qui étaient N.-E, E.-N.-E, au moment et la veille du phénomène, dès le 15 étaient descendus au S, S.-S.-E. C'est une remarque que nous avions déjà faite en 1859, à propos des aurores des 28 août et 17 octobre, et qui fut appuyée d'une observation du même genre faite par M. Fournet, de Lyon.

» 2° Comme toujours, les nuages voisins de l'aurore sont restés complétement obscurs.

» 3° Cette aurore boréale n'a pas été précédée de brouillards roux ou violets. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur les aurores boréales et, en particulier, sur celles des 13, 14 et 15 mai 1869 (suite).* Note de **M. J. Silbermann**, présentée par M. Ch. Sainte-Claire Deville.

« Dans les deux Notes où j'ai parlé des aurores du 29 août 1859 et du 15 avril 1869, j'ai rapproché ces phénomènes de ceux que l'on observe souvent au sommet des nuées orageuses. J'en ai conclu que les aurores boréales sont produites par de la vapeur globulaire, qui se transforme en cirrus par suite d'un mouvement rapide d'ascension produit par une sorte d'attraction vers les régions supérieures, quelle qu'en soit la cause. Les lueurs de l'aurore seraient dues au passage de l'électricité qui s'écoule le long des petits cristaux en passant de l'un à l'autre.

» J'ai montré aussi que, d'autre part, une nuée orageuse produit d'autant moins de coups de foudre que la déperdition par les cirri qui jaillissent de sa partie supérieure est plus considérable. Il résultait, enfin, de mes communications que l'aurore boréale n'est pas l'apanage exclusif des régions circompolaires, mais que des circonstances particulières, notamment le refroidissement des couches supérieures de l'atmosphère, l'engendrent dans les régions tempérées.

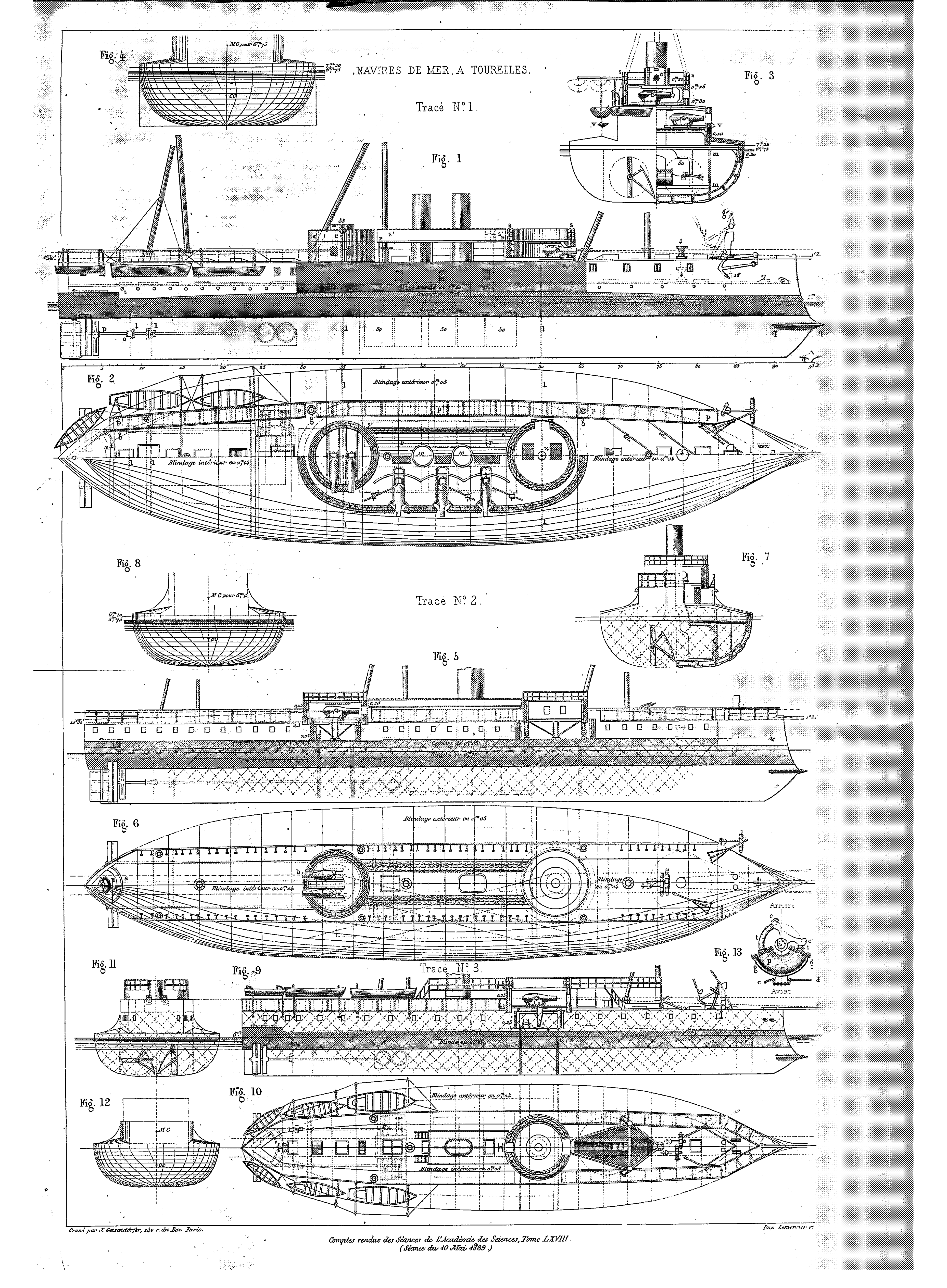
» Au 29 août 1859, les heures des plus fortes perturbations sur les lignes télégraphiques ont coïncidé avec celles où l'aurore atteignait son minimum de hauteur verticale, tout en présentant une grande intensité de lumière à sa base, c'est-à-dire où les faisceaux de cirri, penchés en avant, se présentaient en raccourci, et où, par suite, les fils télégraphiques étaient à peu près parallèles au courant électrique.

» Au 15 avril 1869, les perturbations survenues sur les lignes télégraphiques n'ont eu une grande intensité que sur les lignes allant du sud-ouest au nord-est, ou s'écartant peu de cette direction.

» Ne possédant pas encore d'éléments suffisants pour les aurores des 13, 14 et 15 mai courant, je réserve pour une prochaine communication la comparaison des perturbations avec les phases des phénomènes lumineux présentés par l'aurore.

» Un fait important a pu être noté d'une manière nette dans l'aurore du jeudi 13 mai. Au lieu d'un segment obscur, on ne voyait que de petits nuages noirs formant une multitude de petits foyers d'aurores en divers points du ciel, dans le rumb compris entre le nord-est et l'ouest, d'une manière indépendante et sans concomitance de l'un à l'autre.

» Au delà des aurores nettement visibles pour l'horizon de Paris s'en



NAVIRES DE MER, A TOURELLES.
Tracé N° 1.
Fig. 1
Fig. 2
Fig. 3
Fig. 4
Blindage extérieur 0m,05
Blindage intérieur en 0m,04
Tracé N° 2.
Fig. 5
Fig. 6
Fig. 7
Fig. 8
Blindage extérieur en 0m,05
Blindage intérieur en 0m,04
Tracé N° 3.
Fig. 9
Fig. 10
Fig. 11
Fig. 12
Fig. 13
Arrière
Avant
Blindage extérieur en 0m,05
Blindage intérieur en 0m,03
Gravé par J. Geisendörfer, 242 r. du Bac Paris.
Imp. Lemercier et Cie

voient d'autres qui, par un effet de perspective, apparaissent entre les premières et l'horizon. A travers toutes ces lueurs on aperçoit Sirius.

» A mesure qu'une aurore partielle se développe, le petit nuage noir parfaitement circonscrit d'où elle jaillit se résorbe jusqu'à ce qu'il disparaisse. Tantôt il donne des rayons d'aurore jusqu'à résorption complète; tantôt il perd d'abord toute son électricité, puis il reste une sorte de nucléus qui cesse de donner des lueurs.

» Le courant supérieur qui, en plein jour, était (depuis le 12) un afflux de cirri, allait de nord-est à sud-ouest, tandis que les nubécules aurorigènes étaient transportées de sud-est à nord-ouest, c'est-à-dire dans une direction perpendiculaire à la première. L'aurore continue pendant la journée du vendredi.

» Le vendredi soir, l'aurore se voyait comme au travers d'un verre dépoli, à cause d'une brume répandue dans les régions supérieures. Elle paraissait plus haute que le jeudi. L'aurore continue le samedi. Elle est assez nettement perceptible pendant le jour pour que des personnes qui observaient le ciel vers $10^h 45^m$ du matin aient pu dessiner des cirri en forme de *gloires* jaillissant de gros nuages cumuliformes comme ceux de l'aurore.

» On voyait même des nubécules se former, grossir, puis, arrivées à une certaine hauteur au-dessus de l'horizon, commencer à présenter une lueur blanchâtre à leur partie supérieure. Cette lueur blanchâtre prenait ensuite plus d'intensité, puis s'allongeait en rayons plus ou moins verticaux, dont quelques-uns dépassaient même le zénith. Ils allaient jusqu'à rejoindre le courant supérieur de cirri de nord-est à sud-ouest.

» Dans cette aurore, le jaune était peu sensible. Le vert l'était beaucoup plus, mais surtout le rouge qui présentait de belles teintes d'un rose amarante. *Le vert dominait dans la partie inférieure et le rouge dans la partie supérieure.*

» Il en était de même des aurores du 15 avril et des 14 et 15 mai, tandis que les aurores observées par MM. Bravais, Martin et Lottin en Laponie, en 1838, avaient presque toujours leur *partie inférieure frangée de rouge*.

» L'aurore boréale de 1859 était bordée de rouge à sa partie occidentale.

» Enfin, dans les aurores des 29 août 1859 et 15 avril 1869, le maximum d'éclat de la lueur rouge s'est montré à leur début; elles ont été en pâlissant de leur début jusqu'à la fin.

» Je montrerai, dans un Mémoire ultérieur, la connexion de ces faits avec d'autres du même genre.

» M. F. Brieu observait en même temps ce phénomène sur les fortifications, près de la porte d'Arcueil. Il a fait, vers $11^h 10^m$, le croquis de l'aurore. Son dessin concorde parfaitement avec celui que j'ai fait à peu près au même moment au Collége de France.

» J'ai indiqué une pluie de petits cristaux de glace qui a fait suite à l'aurore du 15 avril dernier. A cette chute de cristaux a succédé une petite pluie. Le même phénomène ne s'est pas présenté pendant la nuit du 13 au 14 mai. Comme je l'ai dit plus haut, le 14 l'aurore continua d'être visible. Or, voici ce que j'ai inscrit sur mon registre d'observations le vendredi 14 mai :

« $11^h 12^m$ du soir. — En étendant la main en dehors de la fenêtre, je » sens sur le revers, tourné vers le zénith, de petits picotements froids. En » regardant avec une loupe, on voit de petites gouttes très-fines, probable- » ment des cristaux fondus au contact de la main, ou déjà fondus dans les » couches inférieures de l'atmosphère. Les lueurs aurorales existent encore, » mais plus faibles. $11^h 18^m$, toit tout mouillé. $11^h 28^m$, il bruine fortement » ou plutôt il pleuvine. Il existe des lueurs blanchâtres, mais par taches. »

» Les aurores boréales ne sont en général nettement observables que pendant la nuit, mais on sait depuis longtemps que les cirri présentent souvent, pendant les journées qui précèdent et qui suivent le phénomène, exactement les mêmes dispositions que les rayons de l'aurore. J'ai parlé plus haut d'une observation de ce genre, faite à Paris le 14 mai dernier par des observateurs très-dignes de foi. Il serait très-utile de poursuivre ce genre d'études. Les principales circonstances à noter seraient, je pense, la forme et la direction des gerbes, les perturbations magnétiques et électriques de toute nature qui les accompagnent. Pour reconnaître ces dernières, on pourrait se servir de petites lignes de fils de cuivre armées de galvanomètres. Leur longueur serait d'environ 100 mètres, et elles seraient dirigées suivant les principaux points de la rose des vents : huit fils suffiraient à cet usage. Les données de cet appareil viendraient compléter les intéressants résultats obtenus depuis longtemps déjà par M. Quetelet relativement aux courants électriques verticaux qui signalent le passage des nuées orageuses. L'ensemble des fils horizontaux orientés et munis de galvanomètres pourrait être considéré comme une véritable *girouette des courants électriques supérieurs*.

» Le polariscope et le spectroscope pourraient enfin être consultés dans ce cas avec fruit. Le premier décélerait la présence d'un courant électrique accompagné de phénomènes lumineux, par la dépolarisation plus ou moins

grande de la lumière du nuage. Le second, par l'apparition de raies brillantes, révélerait peut-être l'existence de la lumière électrique dans les hautes régions occupées par les cirri, et même dans beaucoup d'autres nuages présentant des phénomènes lumineux. »

Cette Note et celles qui ont été présentées par le même auteur dans les deux précédentes séances sont renvoyées à une Commission composée de MM. Ch. Sainte-Claire Deville, Edm. Becquerel, d'Abbadie.

PATHOLOGIE. — *Cysticerque de la paume de la main.* Note de **M. Lafitte**. (Extrait.)

(Commissaires : MM. Milne Edwards, Claude Bernard, Nélaton.)

« Le 27 avril dernier, le nommé A. J...., coiffeur, âgé de 35 ans, se présenta à la consultation de M. Anger, demandant à être traité pour une tumeur qu'il portait à la main. Cette tumeur, de la grosseur d'un œuf de pigeon, est située à la région palmaire de la main droite; elle siége extérieurement au-dessus de presque tout l'espace occupé par les muscles de l'éminence thénar. Elle n'a pas de coloration particulière, elle est légèrement fluctuante; la pression ne détermine que peu ou point de douleur. Le petit doigt est presque dans la demi-flexion.

» Interrogé, le malade a déclaré s'être aperçu, pour la première fois il y a quatre ans, que sa main avait commencé à gonfler; une ponction fut faite par un médecin, deux ans après: du liquide s'échappa et la tumeur semblait disparue, lorsqu'au bout de peu de temps il s'aperçut qu'un nouveau gonflement se déclarait. Il est incommodé plutôt qu'il ne souffre de la présence de cette tumeur. Il affirme enfin n'avoir aucune autre grosseur de ce genre dans aucune autre partie du corps.

» Je pratiquai, sous les yeux de M. Anger, une incision oblique de bas en haut et de près de 2 centimètres, qui laissa échapper un liquide séreux, jaune citron, doux au toucher. N'ayant pu le recueillir, je ne puis en indiquer la composition chimique. Au même moment, une fausse membrane apparut, faisant hernie. M. Anger, après s'être assuré qu'elle ne contractait pas d'adhérence avec les tissus circonvoisins, en fit l'extraction. Nous constatâmes alors qu'elle était située entre l'aponévrose palmaire et les muscles fléchisseurs du pouce, et qu'elle s'étendait, dans la direction de l'avant-bras, jusqu'au bord inférieur du ligament annulaire du carpe. Elle offrait l'aspect d'une poche qui devait être close de toutes parts et contenir

la sérosité; blanche, nacrée et d'une texture très-fragile, elle roulait sous le doigt. Retournée sur elle-même comme un doigt de gant, elle présentait un petit cul-de-sac se terminant par une vésicule de la grosseur d'une lentille et se continuant par un pédicule de quelques millimètres avec la paroi de la poche incisée. Cette petite vésicule, assez dure, opaque, paraissait contenir un petit corps jaune, comme replié sur lui-même; suspendue aux parois internes de la première poche, elle devait se trouver entourée par le liquide au milieu duquel elle flottait maintenue seulement par son pédicule.

» Le corps jaune dont j'ai parlé plus haut, soumis à l'examen micrographique dans le laboratoire de M. Vulpian, fut reconnu pour un animal se terminant du côté opposé à son insertion vésiculaire par une tête munie d'une trompe imperforée, entourée de crochets au-dessous desquels se trouvaient quatre granules noirâtres qui n'étaient autres que des ventouses. Au-dessous de ces ventouses se trouvait le pédicule, c'est-à-dire le cou du parasite, se continuant avec la vésicule remplie de liquide.

» C'était donc un cysticerque : le cysticerque ladrique, *Cysticercus cellulosus* de Rudolphi et de Breinser, qui produit chez l'homme le *Tænia solium* ou ver solitaire. »

M. **Leprestre** adresse une Note concernant un moyen qu'il propose pour la destruction des *mans* ou vers blancs.

(Renvoi à la Section d'Économie rurale.)

M. **Commaille** adresse une Note ayant pour titre : « Remarques sur l'analogie qui existe entre le myronate de potasse et l'atractylate de potasse ».

Cette Note est renvoyée à la Section de Chimie, avec les autres Notes se rapportant au même sujet.

M. **Pujo** adresse une Note relative aux services que pourraient rendre, dans l'expédition scientifique du *Jean-Bart*, des glaces photographiques au collodion sec, préparées par lui.

(Renvoi à la Commission.)

M. **Bontemps** adresse, pour le concours du prix de Statistique, un exemplaire de son ouvrage « Guide du verrier. Traité historique et pratique de la fabrication des verres, cristaux, vitraux ». Cet ouvrage est accompagné

d'une Note manuscrite, indiquant les points sur lesquels l'auteur croit pouvoir attirer l'attention de la Commission.

(Renvoi à la future Commission du prix de Statistique.)

M. L. Aubert prie l'Académie de vouloir bien comprendre, parmi les pièces destinées au concours du prix de Mécanique, six Mémoires qu'il lui a adressés en 1867 et 1868, sur les formules pratiques servant à calculer la résistance des solides soumis à la flexion.

(Renvoi à la future Commission du prix de Mécanique.)

M. J. Hepburn adresse une Note écrite en anglais, et destinée au concours du prix proposé sur la question de l'accélération du moyen mouvement de la Lune.

(Renvoi à la Commission.)

M. A. Fauvel prie l'Académie de vouloir bien comprendre son ouvrage « Le choléra, étiologie et prophylaxie » parmi les pièces destinées au concours du legs Bréant; il joint à cet ouvrage une Note manuscrite, concernant les points sur lesquels il croit pouvoir attirer spécialement l'attention de la Commission.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

M. A. Bourgeois adresse de Trelon (Nord), à propos de la communication faite le 4 mai dernier par *MM. Mille* et *Durand-Claye*, des documents établissant que, dès 1859 et 1860, il avait fait adopter, de concert avec *M. Tellier*, un procédé de désinfection et de clarification des eaux provenant du lavage des laines et des eaux d'égouts, procédé dans lequel le sulfate d'alumine joue le principal rôle (1).

(Renvoi à la Commission des Arts insalubres.)

---

(1) La propriété clarifiante de l'alun pour les eaux troubles du Nil était connue des anciens Égyptiens. Elle avait été étudiée par Darcet. Elle a été utilisée dans l'arrondissement d'Avesnes, comme le constate la Lettre de M. Bourgeois. Mais ce qui est nouveau dans les essais poursuivis à Paris, c'est la triple tentative de mettre à profit les eaux troubles en nature, les dépôts et les eaux clarifiées, pour les besoins de l'agriculture.

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, cinq feuilles de la carte géologique de la Suède, au 50000e, publiée sous la direction de *M. Erdmann*. Chacune de ces feuilles est accompagnée d'une brochure explicative.

PHYSIQUE. — *De l'influence de la température sur les écarts de la loi de Mariotte.* Note de **M. Amagat**, présentée par M. Balard. (Extrait.)

« On sait que la compressibilité des gaz, sauf celle de l'hydrogène, augmente avec la pression, c'est-à-dire quand on rapproche le gaz de son point de liquéfaction. Or, on peut opérer ce rapprochement par le refroidissement seul, et il est facile de prévoir que le sens des résultats sera le même; il est facile de voir aussi que, si la température s'élève, la compressibilité diminuera, atteindra celle qu'indique la loi de Mariotte et deviendra plus faible, comme cela a lieu pour l'hydrogène dès la température ordinaire. Mais il n'a pas été fait d'expériences spéciales à ce point de vue; c'est cette lacune que j'ai cherché à combler.

» Les écarts de la loi de Mariotte ont été expliqués de plusieurs manières. On les a considérés comme résultant de l'attraction mutuelle des molécules gazeuses; on peut aussi, en admettant la théorie de Bernoulli, en rendre compte au moyen des chocs de ces molécules. Si l'on admet la première explication, l'attraction ne devant dépendre que de la distance moyenne des molécules, l'écart, pour une même masse gazeuse, devra toujours être le même si le volume initial et le volume final restent les mêmes.

» En d'autres termes, soit V un volume donné de gaz à la pression p et à la température t. Réduisons ce volume à V', et soit p' la pression correspondante, la température restant la même. Chauffons ensuite ce gaz jusqu'à la température T; on pourra toujours le ramener au volume initial V, avec une pression convenable P plus grande que p. Ramenons maintenant le volume à V', et soit P' la pression correspondante. Si l'écart est seulement fonction du volume, il est évident qu'on doit avoir

$$\frac{pV}{p'V'} = \frac{PV}{P'V'}.$$

» C'est sous ce point de vue que j'ai d'abord envisagé la question, et je

ferai remarquer que, le rapport $\frac{V}{V'}$ restant constant, il suffit de comparer $\frac{p}{p'}$ et $\frac{P}{P'}$, ce qui dispense de jauger le manomètre dans lequel on comprime le gaz et évite une cause d'erreur.

» Comme les différences portent ici sur des quantités très-petites, j'ai choisi les gaz dans lesquels l'écart est le plus grand : l'acide sulfureux, l'ammoniaque, le cyanogène, l'acide carbonique. Les volumes ont été réduits à peu près à moitié; les températures auxquelles j'ai opéré sont l'ébullition de l'eau, la fusion de la glace et la température de l'air ambiant.

» Trois expériences bien concordantes m'ont donné, pour l'acide sulfureux, les résultats dont voici la moyenne :

$$\begin{array}{ll} \text{à } 14^\circ,\ \frac{p}{p'} = 0,50838, & \\ & \text{diff.} = 0,00561. \\ \text{à } 98^\circ,\ \frac{P}{P'} = 0,50277. & \end{array}$$

La différence correspond à plus de 1 centimètre en hauteur de mercure dans la grande branche de l'appareil.

» Pour l'ammoniaque, voici la moyenne de deux expériences très-concordantes :

$$\begin{array}{ll} \text{à } 13^\circ,\ \frac{p}{p'} = 0,50731, & \\ & \text{diff.} = 0,00329. \\ \text{à } 98^\circ,\ \frac{P}{P'} = 0,50402. & \end{array}$$

» Pour l'acide carbonique, moyenne des trois expériences :

$$\begin{array}{ll} \text{à } 13^\circ,\ \frac{p}{p'} = 0,50981, & \\ & \text{diff.} = 0,00210. \\ \text{à } 97^\circ,\ \frac{P}{P'} = 0,50771. & \end{array}$$

Chacun de ces gaz a été étudié dans un manomètre différent.

» Il résulte des nombres précédents que l'écart est une fonction, non-seulement du volume, mais aussi de la température à laquelle on opère. Ce résultat, peu en harmonie avec l'hypothèse de l'attraction, s'explique assez simplement dans celle de Bernoulli. En effet, la force vive des molécules étant plus grande quand la température est plus élevée, on conçoit facile-

ment que la perte due à leurs chocs soit relativement plus petite que l'augmentation de pression sur les parois due à l'augmentation de force vive, et ceci lors même que, par suite de l'augmentation de vitesse, les chocs entre molécules seraient plus fréquents.

» Ayant constaté ce premier fait, j'ai cherché à déterminer pour plusieurs gaz la valeur du rapport $\frac{pv}{p'v'}$, à différentes températures, sous mêmes volumes et avec des pressions initiales et finales à peu près égales, de manière à mettre en évidence l'influence de la température seule. Cependant, dans quelques cas, j'ai opéré à la température de l'eau bouillante sous deux pressions initiales un peu différentes, et j'ai pu apprécier la différence qui en résulte pour le rapport $\frac{pv}{p'v'}$, quoiqu'elle soit excessivement faible, mais toujours dans le sens des résultats de M. Regnault.

» Voici le tableau résumant mes expériences sur l'acide sulfureux, l'ammoniaque, l'acide carbonique et l'air.

» (Quant au cyanogène, je me suis aperçu que, vers 100 degrés, il est sensiblement absorbé par le mercure, et que l'absorption augmente avec la pression, j'ai donc dû abandonner l'étude de ce gaz.)

	Température.	Pression initiale.	$\frac{pv}{p'v'}$.
1re expér. sur l'acide sulfureux.	15°,3	69c,153	1,0188
	98,5	91,528	1,0078
	98,4	69,255	1,0057
2e expér. sur l'acide sulfureux.	15,5	69,221	1,0182
	97,8	69,283	1,0051
1re expér. sur l'ammoniaque.	7,7	70,580	1,0125
	98,0	70,500	1,0048
2e expér. sur l'ammoniaque.	6,1	70,219	1,0129
	98,5	92,382	1,0062
	98,4	70,354	1,0051

	Température.	Pression initiale.	$\frac{pv}{p'v'}$.
1re expér. sur l'acide carbonique.	8°,5	71c,537	1,0061
	98,1	71,053	1,0026
	»	»	»
2e expér. sur l'acide carbonique.	9,0	72,055	1,0064
	98,4	72,100	1,0021
1re expér. sur l'air.	7,2	72,560	1,0010
	98,4	72,512	1,0001
2e expér sur l'air.	»	»	»
	97,5	71,458	0,9998
	»	»	»

» Il résulte du tableau précédent :

» Que, vers 100 degrés, l'acide sulfureux et l'ammoniaque s'écartent peu de la loi de Mariotte, mais plus cependant que l'air à la température ordinaire ;

» Qu'à cette même température de 100 degrés l'acide carbonique s'en écarte fort peu, ce qui est conforme au travail de M. Regnault sur la densité de ce gaz;

» Enfin que, vers 100 degrés, l'air peut être considéré comme suivant exactement la loi de Mariotte; car les deux résultats trouvés, quoique étant l'un en plus et l'autre en moins, sont presque identiques.

» Enfin je dois ajouter que, dans ces différentes expériences, je ne me suis pas astreint à réduire les volumes primitifs exactement à leurs moitiés, notamment pour l'acide carbonique; c'est probablement pour cela que le nombre trouvé à la température ordinaire est un peu plus faible que le nombre donné par M. Regnault.

» Des nombres trouvés par M. Regnault et de ceux qui précèdent, résulte une remarque qui me semble avoir une certaine importance : c'est que, plus la température de liquéfaction d'un gaz est élevée (sous la même pression), moins il s'écarte de la loi de Mariotte à une même distance de son point de liquéfaction. Ainsi l'acide carbonique dont, à la pression ordinaire, le point de liquéfaction est situé probablement vers 100 degrés au-dessous de zéro, s'écarte moins de la loi de Mariotte, à la température ordinaire, que ne le fait l'acide sulfureux vers 100 degrés, c'est-à-dire à une distance à peu près égale du point de liquéfaction.

» Il est probable que, si l'on pouvait prendre l'écart de l'ammoniaque vers 20 degrés au-dessus de son point de liquéfaction, on obiendrait un nombre plus grand que pour l'acide sulfureux à 15 degrés, c'est-à-dire à une distance égale de ce point. On voit également que, vers 10 degrés, l'ammoniaque a un écart beaucoup plus faible que celui de l'acide sulfureux, tandis que, vers 100 degrés, ces écarts sont fort peu différents, c'est-à-dire que pendant cette période de 90 degrés, l'acide sulfureux, dont le point de liquéfaction est plus élevé, s'est plus rapproché de la loi de Mariotte que l'ammoniaque, quoique son écart soit encore un peu supérieur à celui de ce dernier gaz.

» Pour compléter cette remarque, j'ai cherché à déterminer l'écart de quelques vapeurs à la température de l'eau bouillante. J'ai opéré sur l'éther et la benzine; mais les expériences que j'ai faites sont trop peu nombreuses pour que je puisse donner des nombres certains. Cependant je pense pouvoir annoncer que, vers 100 degrés, l'éther s'écarte assez peu de la loi, et que la benzine, à cette température, s'écarte moins que l'acide sulfureux vers 20 degrés, ce qui est conforme au sens des remarques précédentes.

» Enfin je dois dire que les nombres du tableau qui précède ne sont pas les seuls que j'ai trouvés. L'ammoniaque, l'acide sulfureux et l'acide carbonique ont été soumis chacun à six essais, qui tous m'ont donné des résultats concordant avec ceux du tableau. »

CHIMIE. — *De quelques propriétés du chlorosulfure de phosphore;* *par* **M. Chevrier.**

« Le chlorosulfure de phosphore $PSCl^3$ (1) est un liquide incolore, assez mobile, d'une odeur vive et irritante, mais qui n'est pas désagréable lorsqu'elle est atténuée. Il bout à 124°,5 sous la pression 750 millimètres. Ses vapeurs irritent fortement les yeux et exercent une action extrêmement énergique sur les voies respiratoires. A 20 degrés, sa densité est 1,636 (2). Sa vapeur est difficilement combustible, et forme avec l'oxygène un mélange détonant peu explosif.

» Le courant électrique, même intense, ne le décompose pas; il partage donc cette propriété négative avec le composé PCl^3.

» Si l'on fait passer la vapeur de $PSCl^3$ dans un tube de porcelaine chauffé au rouge, et contenant des fragments de porcelaine, elle se décompose en grande partie, en laissant déposer du soufre. Le liquide qui passe est un mélange de chlorosulfure et de protochlorure de phosphore.

» Le chlorosulfure de phosphore est un liquide très-réfringent. Son indice de réfraction est égal à 1,5593. Il a été déterminé à l'aide du goniomètre de Babinet. Les données de l'expérience sont :

Angle de réfringence du prisme	51°
Déviation minimum	33°,20

Cette déviation correspond à la raie jaune du spectre. On l'a obtenue en employant comme source lumineuse la flamme monochromatique de l'alcool salé.

» La densité de vapeur de $PSCl^3$ est égale à 5,9; la formule précédente correspondant à 4 volumes exige 5,85.

» Voici les éléments d'une expérience :

Pression barométrique	732^{mm}
Température de la balance	$t = 13°$
Température au moment de la fermeture du ballon	$T = 209°$
Excès de poids de la vapeur	$E = 0^{gr},587$
Volume du ballon	$V = 203^{cc}$
Volume du résidu d'air	$v = 3^{cc}$

» Le chlorosulfure de phosphore est lentement décomposé par l'eau, en acides phosphorique, chlorhydrique et sulfhydrique.

(1) Voir *Comptes rendus*, t. LXIII, p. 1003; t. LXVI, p. 748, et t. LXVIII, p. 924.

(2) Elle est 1,611 à 22 degrés (L. Baudrimont).

» Le chlore le décompose aussi, et le transforme en perchlorure de phosphore et bichlorure de soufre :

$$PSCl^3 + 6Cl = 2SCl^2 + PCl^5.$$

» L'iode et le soufre s'y dissolvent facilement, surtout à chaud. L'arsenic, l'antimoine et l'étain sont sans influence.

» *Action des métaux.* — A froid, l'action des métaux est nulle; à la température de l'ébullition le mercure seul réagit. Il se forme du bichlorure de mercure, un sublimé jaune de soufre et sans doute aussi un peu de phosphure de mercure. La décomposition est d'ailleurs toujours incomplète.

» Le potassium et le sodium ne décomposent pas $PSCl^3$, même à l'ébullition; mais si l'on fait tomber quelques gouttes de ce liquide sur un globule de l'un de ces métaux, maintenu en fusion dans un tube à essais, il se produit une très-vive réaction. Avec le potassium, le tube est généralement brisé et la matière projetée au loin.

» La réaction avec le sodium donne lieu à une belle lueur jaune foncée, et marche assez régulièrement, si l'on n'opère que sur de petites quantités de matière. On trouve au fond du tube un sublimé de soufre, du chlorure et du phosphure de sodium. Ce dernier est reconnaissable au dégagement d'hydrogène phosphoré spontanément inflammable qu'il produit quand on le mélange avec de l'eau.

» *Action des oxydes métalliques.* — Un très-petit nombre d'oxydes métalliques agissent sur le chlorosulfure de phosphore. Parmi les oxydes anhydres et secs, je n'ai constaté d'action qu'avec ceux de mercure et d'argent.

» Si, sur un excès d'oxyde jaune de mercure, on verse goutte à goutte un peu de chlorosulfure $PSCl^3$, il se produit une vive réaction. D'abondantes fumées blanches de bichlorure mercurique viennent se sublimer sur les parois du vase. Il reste un composé d'un blanc jaunâtre, insoluble dans l'eau, mais qui se décompose à la longue sous l'influence de ce liquide, en abandonnant du sulfure de mercure. La liqueur contient de l'acide métaphosphorique. Ce composé n'est donc autre chose que du sulfoxyphosphite de mercure.

» Avec l'oxyde rouge, il est nécessaire de chauffer le mélange pour obtenir le même résultat. Avec un excès de chlorosulfure, il n'y a plus de décomposition, même sous l'influence de la chaleur. L'oxyde d'argent donne lieu au même phénomène; il est nécessaire de chauffer légèrement et d'agiter le mélange.

» *Cas des hydrates.* — L'action du chlorosulfure de phosphore sur les hy-

drates alcalins a été étudiée par M. Wurtz. Il se forme, dans ce cas, un sulfoxyphosphate alcalin et le chlorure du métal. Toutefois, comme il y a un léger dépôt de soufre, la réaction est un peu plus complexe, et donne lieu à un peu de phosphate sodique.

» Avec l'hydrate de cuivre, le résultat est le même et l'action a lieu à froid. Les autres hydrates agissent plus difficilement.

» *Action de quelques agents oxydants.* — Les agents oxydants décomposent très-rapidement le chlorosulfure de phosphore.

» L'acide azotique concentré l'attaque vivement, même à froid. Il se produit des acides phosphorique, chlorhydrique et sulfurique. Cette réaction peut être avantageusement mise à profit pour purifier $PSCl^3$.

» Une solution concentrée de permanganate de potasse est immédiatement décolorée. Il se dépose du bioxyde de manganèse, et la liqueur contient du sulfoxyphosphate et du chlorure potassiques.

» *Action du chlorosulfure sur l'acétate de soude.* — Lorsqu'on fait tomber goutte à goutte du chlorosulfure $PSCl^3$ sur de l'acétate de soude fondu et placé dans une cornue tubulée, une vive réaction se manifeste; en même temps la température s'élève beaucoup. Il distille un liquide incolore, insoluble dans l'eau qui le décompose, doué d'une odeur désagréable qui rappelle l'urine de chat.

» Mon installation actuelle ne me permet pas d'étudier d'une manière complète cette réaction. J'espère pouvoir la reprendre. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Recherche de l'acide phosphorique des sols arables engagé dans des combinaisons inattaquables par l'eau régale.* Note de **M. P. de Gasparin**, présentée par M. Peligot.

« La permanence des récoltes dans des terrains de nature très-diverse sans importation d'aliments fixes, le maintien dans des sols granitiques ou argilo-calcaires de bois soumis à l'exploitation réglée ou de pâturages qui fournissent constamment aux animaux des aliments phosphatés, bien d'autres phénomènes analogues induisent à penser que l'acide phosphorique existe fondamentalement dans ces terrains. Cet acide phosphorique doit, ainsi que la potasse, être livré graduellement à la végétation sous l'action combinée du temps, du frottement et des météores.

» Aussi les tentatives des analystes pour déterminer l'acide phosphorique dans les terrains ont été nombreuses. Les véritables maîtres de la science qui ont voulu s'adonner à cette recherche ont toujours abouti, grâce à la

variété et à la précision de leurs manipulations, à résoudre la question dans chaque cas particulier. Mais, à notre avis, ce qui manque encore en agrologie, c'est une méthode générale, simple et constante dans ses résultats, qui donne, sinon rigoureusement le dosage de tout l'acide phosphorique engagé (ce que personne n'oserait garantir), au moins la presque totalité de ce dosage.

» La seule méthode qui présente une partie de ces caractères, c'est celle donnée par Berzélius pour l'analyse du phosphate d'alumine, qui est connue des savants, et que nous rappellerons du reste tout à l'heure. Mais cette méthode laisse souvent des doutes sur les résultats, à cause de la difficulté de l'élimination complète de la silice et de l'alumine combinées avec la soude.

» C'est donc le procédé de Berzélius modifié dans ce sens qui constitue la méthode générale que nous soumettons au jugement de l'Académie. L'artifice que nous employons consiste à faire précéder le dosage phosphorique d'une précipitation magnésienne destinée à l'englober entièrement.

» Un échantillon de 10 grammes d'un sol arable est attaqué par l'acide chlorhydrique dilué au cinquième, tant qu'il y a effervescence, puis mis en digestion au bain-marie jusqu'à siccité, avec 60 grammes d'eau régale composée de 15 grammes d'acide azotique et de 45 grammes d'acide chlorhydrique concentrés. La matière desséchée, arrosée d'un peu d'acide chlorhydrique dilué, est maintenue une demi-heure au bain-marie, puis étendue brusquement d'eau froide. Elle est alors jetée sur un filtre et lavée à l'eau bouillante.

» La matière sur filtre, desséchée, calcinée et porphyrisée, est mêlée avec la quantité de carbonate de soude produite par la calcination de trois fois le poids du résidu en bicarbonate de soude parfaitement purifié par des cristallisations successives. Le mélange, aussi exact que possible, est tassé dans un petit creuset de platine et chauffé au rouge à la lampe simple à alcool pendant une demi-heure. Le résultat de la calcination est délayé dans l'eau distillée et mis en digestion quarante-huit heures avec un grand excès de sesquicarbonate d'ammoniaque. Après ce délai, le contenu de la capsule est jeté sur filtre et lavé à l'eau froide.

» Le liquide recueilli est rapproché par l'ébullition et débarrassé du sesquicarbonate d'ammoniaque en excès.

» A ce point de l'analyse, nous nous séparons de Berzélius.

» Berzélius acidifie la liqueur avec excès par l'acide chlorhydrique, sursature d'ammoniaque, et précipite le phosphate ammoniaco-magnésien par

le sulfate de magnésie; mais ceux qui suivent ce procédé trouvent souvent de l'alumine ou de la silice en gelée mêlée au phosphate ammoniaco-magnésien, en très-petite quantité il est vrai; cependant les petites quantités suffisent pour ôter toute confiance quand l'objet de la recherche est lui-même si peu considérable. Nous procédons différemment : nous n'acidifions pas la liqueur, nous y versons le mélange connu (1 sulfate de magnésie, 1 chlorhydrate d'ammoniaque, 4 ammoniaque, 8 eau distillée), préparé à l'avance, ce qui a l'avantage de garantir la pureté du sulfate de magnésie au point de vue de l'analyse.

» Il se produit alors nécessairement un précipité magnésien abondant et assez complexe, qui contient ou peut contenir après digestion : de l'hydrocarbonate de magnésie, du carbonate double d'ammoniaque et de magnésie, du phosphate tribasique de magnésie, enfin du phosphate ammoniaco-magnésien, et parfois des traces de silice et d'alumine. Dans tous les cas, cette masse magnésienne contient tout l'acide phosphorique que renfermait le liquide. La théorie et la pratique sont d'accord pour prouver qu'il n'en échappe rien, et en effet tous les phosphates insolubles se trouvent dans les conditions les plus favorables à leur formation.

» Cette masse magnésienne est soumise à une forte calcination. Reprise alors par l'acide chlorhydrique très-dilué, elle se dissout facilement en entier, sauf les traces de silice et d'alumine qu'on sépare alors aisément.

» La précipitation de l'acide phosphorique devient ainsi d'une netteté parfaite. Pour cela, on ajoute à la solution chlorhydrique exactement la même quantité d'acide employée pour l'opérer, et on sursature d'ammoniaque caustique. Au bout de quatre heures de digestion à froid, le phosphate ammoniaco-magnésien est entièrement précipité, recueilli sur le filtre, lavé à l'ammoniaque caustique : il donne, par la calcination, du phosphate bibasique de magnésie chimiquement pur.

» Les opérations indiquées ne demandent à l'analyste ni temps ni dépense, et les réactifs employés peuvent être à peu de frais d'une pureté parfaite. Ainsi le dosage des terres par séries devient facile. Ce qui est plus intéressant encore, c'est l'importance des résultats que nous ne soupçonnions pas avant d'être en possession de ce nouvel instrument. Quelques exemples édifieront l'Académie :

» 1° Des sables granitiques très-maigres de la propriété de M. de la Majory, canton d'Annonay (Ardèche), contiennent 0,62 pour 100 du poids de la terre en acide phosphorique inattaquable, ce qui représente plus de 24 000 kilogrammes par hectare dans la couche arable;

» 2° Les alluvions de la Durance contiennent 0,42 pour 100 du poids de la terre, c'est-à-dire plus de 16000 kilogrammes par hectare;

» 3° Le diluvium siliceux du littoral méditerranéen en renferme 0,49 pour 100, ou près de 20000 kilogrammes par hectare;

» 4° Les argiles marneuses de la vallée de l'Arve (Haute-Savoie et Suisse), appelées *Diot* dans le pays, ne contiennent que 0,12 pour 100, soit moins de 5000 kilogrammes par hectare.

» Ainsi il n'est pas besoin de rechercher les voies mystérieuses, aériennes ou souterraines, par lesquelles sont apportés les aliments fixes de la végétation permanente, des pâturages, des bois, ou des terres soumises de temps immémorial à la culture extensive : ces aliments existent dans les roches dont les débris ont constitué le sol, et la décomposition lente et constante de ces fragments fournit la silice, la magnésie, le fer, l'acide phosphorique et la potasse.

» La chaux seule manque souvent complétement, et, bien loin d'être liée à la présence de l'acide phosphorique, le plus souvent la proportion d'acide phosphorique marche en sens inverse de l'abondance de la chaux. »

CHIMIE. — *Sur la solubilité du soufre dans les huiles de houille.* Note de **M. E. Pelouze**, présentée par M. Cahours.

« Les huiles de houille qu'on obtient en distillant les goudrons des usines à gaz ne dissolvent, à la température ordinaire, qu'une très-faible proportion de soufre, environ 2 pour 100, tandis que, lorsqu'on se rapproche de leur point d'ébullition, elles peuvent en dissoudre près de moitié de leur poids.

» Ainsi, avec une huile pesant 26°,5, d'une densité de 0,885 et distillant de 146 à 200 degrés, on a dissous :

A une température de	15°.....	2^{gr},3	de soufre.
»	40.....	5,6	»
»	65.....	10,6	»
»	100.....	25,0	»
»	110.....	30,3	»
»	130.....	43,2	»

» Aussitôt que la température s'abaisse, le soufre se précipite à l'état cristallin, en sorte que, par exemple, ayant dissous à 130 degrés, 43^{gr},2 de soufre, si l'on refroidit à 15 degrés, température à laquelle l'essence n'en dissout que 2^{gr},3, on a un dépôt de 40^{gr},9 de soufre en cristaux, dans un liquide qui, successivement chauffé et refroidi, peut dissoudre et déposer de nouvelles quantités de soufre.

» Ces propriétés dissolvantes des huiles de houille peuvent être utilisées industriellement à l'extraction du soufre des solfatares pauvres et notamment des matières ayant servi à l'épuration du gaz à éclairage par le procédé Laming. On doit employer à cet usage les huiles lourdes de houille qui ne valent que 8 à 10 francs les 100 kilogrammes et qu'on retrouve presque entièrement, du reste, après chaque opération. Ces huiles ont de grands avantages sur le sulfure de carbone, non-seulement en raison de leur prix, mais aussi parce qu'elles permettent d'opérer au-dessous de leur point d'ébullition, qui est très-élevé, ce qui diminue les pertes par évaporation et fait disparaître les dangers que présente l'emploi du sulfure de carbone.

» Il arrive un moment où les matières employées à l'épuration du gaz ne peuvent plus être révivifiées et sont, par conséquent, impropres au service. Elles sont alors mises au rebut, bien qu'elles contiennent jusqu'à 40 pour 100 de soufre à l'état métalloïde : c'est que ce soufre y est associé à de la sciure de bois, à des oxydes de fer et à des produits goudronneux qui empêchent de l'extraire économiquement par les procédés ordinaires. Voici comment on peut l'en retirer au moyen des huiles lourdes.

» Après avoir bien desséché les vieilles matières d'épuration, en les abandonnant simplement à l'air libre pendant un certain temps, sous des hangars, on les place dans des cylindres en fonte chauffés extérieurement par une enveloppe de vapeur et disposés de manière qu'on puisse à volonté donner une pression d'air qui augmente la vitesse d'écoulement de l'huile qui a traversé la matière. L'huile lourde, chauffée à 130 degrés, c'est-à-dire au-dessous de son point d'ébullition, dans un monte-jus, au moyen d'un courant de vapeur circulant dans un serpentin, remonte par un tuyau dans le cylindre filtreur et vient se déverser sur la matière soufrée qu'elle traverse de haut en bas. Le dissolvant vient se refroidir dans des cristallisoirs, où, par le seul refroidissement, le soufre se précipite rapidement; puis il est ramené dans le monte-jus, de manière à pouvoir passer de nouveau sur la matière, jusqu'à complet épuisement du soufre.

» La vieille matière débarrassée de soufre s'est imprégnée d'une certaine quantité d'huile lourde dont on la débarrasse par un courant de vapeur; on retrouve ainsi la presque totalité du dissolvant.

» Le soufre brut qu'on obtient par ce procédé est en cristaux octaédriques, colorés en noir par la présence d'une petite quantité de substances goudronneuses.

» Purifié par distillation, il possède toutes les propriétés du soufre ordinaire. Il se perd annuellement en France, avec les vieilles matières ayant servi à l'épuration du gaz, des quantités considérables de soufre. Malgré le

bas prix de cette substance, le procédé d'extraction par les huiles lourdes, déjà essayé sur une certaine échelle, promet assez d'économie pour pouvoir être adopté avantageusement, surtout par le fabricant de gaz, qui aura sous la main et la matière contenant le soufre et le dissolvant, produit abondant de la distillation du goudron de ses usines. »

« **M. Ch. Sainte-Claire Deville** fait observer que le remarquable travail de M. Eugène Pelouze n'est pas intéressant seulement au point de vue des applications pratiques; mais qu'il pourrait aussi donner lieu à quelques recherches d'un autre genre. Tout le soufre ainsi dissous par les huiles de houille se précipite-t-il immédiatement à l'état octaédrique? ou, comme dans la benzine du commerce, les premiers cristaux qui se déposent affectent-ils la forme prismatique oblique, pour subir ensuite la transformation moléculaire, qui les ramène à l'état d'équilibre le plus stable? M. Ch. Sainte-Claire Deville soumet cette question à l'examen de M. Pelouze. »

NAVIGATION. — *Sur un moyen de diminuer le nombre des abordages en mer.* Note de **M. Tronsens.**

« Le moyen proposé consiste dans l'emploi de trois feux placés à la partie la plus élevée du navire, de manière à être visibles dans toutes les directions, et formant un triangle rectangle dont l'un des côtés est vertical et dont l'autre est dirigé du côté de l'avant, dans le plan médian du navire. Le feu placé au sommet de l'angle droit devra avoir une couleur qui diffère de celle des deux autres : ses distances à chacun d'eux devront être égales entre elles; en outre elles devront être connues et toujours les mêmes : 6 mètres, par exemple.

» L'observation des deux feux placés sur la même verticale fournira approximativement la distance à laquelle on est du navire.

» En estimant le rapport de la distance apparente des deux feux du côté horizontal à la distance apparente des deux feux du côté vertical, on se fera une idée de la route que suit le navire, et, s'il est impossible de se prononcer immédiatement entre les deux routes qu'indique l'estimation qu'on a faite, on saura sans aucun doute si le navire se dirige vers la droite ou vers la gauche de la ligne qui le joint à l'observateur, et c'est là ce qu'il importe le plus de déterminer. Cette observation pourra d'ailleurs être faite grossièrement sur-le-champ, sans le secours d'aucun instrument. »

« **M. Élie de Beaumont** rappelle, à cette occasion, une Note insérée il y

a quelques années dans les *Comptes rendus* (1), où il faisait remarquer que l'éclairage électrique, qui pourrait être installé à peu de frais à bord des navires, et qui n'est pas, comme les autres systèmes d'éclairage, exposé à s'éteindre dans un gros temps, serait très-propre à prévenir ces rencontres de nuit si fréquentes et communément si désastreuses. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Orage du 7 mai au camp de Châlons; mort d'un capitaine foudroyé dans sa tente.* Lettre de M. le lieutenant-colonel du génie **Weynaud** à M. le Maréchal Vaillant.

« Au camp de Châlons, le 10 mai 1869.

« J'ai l'honneur de vous transmettre, suivant votre demande, tous les détails que j'ai pu recueillir sur l'accident arrivé au camp de Châlons le vendredi 7 mai, par suite d'un violent orage, et dont le capitaine Lacroix, du 11^e^ bataillon de chasseurs, a été victime.

» Le capitaine Lacroix habitait une tente elliptique à raies bleues et blanches du campement. La pluie tombait à torrents au moment où le coup de foudre a éclaté; bien que la mort du capitaine n'ait été constatée que le lendemain matin, il ne peut pas y avoir d'erreur dans la désignation du coup dont il a été victime, parce que ce coup a été naturellement remarqué par tout le bataillon, eu égard à sa violence. Il pleuvait du reste avec plus ou moins d'intensité, depuis une heure environ, et la toile de la tente était complétement mouillée à l'extérieur.

» Le capitaine était seul dans sa tente; on ne s'est aperçu de sa mort que le lendemain matin quand son ordonnance y est entrée comme d'habitude. Le cadavre était couché la figure tournée vers le ciel, la main droite crispée tenant un bougeoir métallique, intact, serré contre la poitrine. Le terrain portait, à l'emplacement des pieds, des traces circulaires indiquant clairement que le capitaine, debout et tourné vers la porte, le côté droit près de la toile de la tente, la cuisse droite près de la tête du lit en fer, est tombé à la renverse en pirouettant. Le capitaine était en pantalon d'uniforme, vêtu d'un paletot bourgeois et avait sur la tête son képy à trois galons. Il y avait un fusil de chasse enveloppé de serge et un sabre d'uniforme suspendus au montant de la tente le plus éloigné du capitaine, mais les armes ne paraissent pas avoir été atteintes par la foudre. La tente était fermée et la porte en toile en était bouclée au dedans et au dehors.

» Il est facile de déterminer la marche suivie par le courant électrique et les différentes étincelles qui ont dû jaillir. La tente elliptique est sur-

(1) *Comptes rendus*, t. XXXVIII, p. 813 (séance du 1^er^ mai 1854).

montée d'un faîtage, garni à chaque extrémité d'un boulon en fer sous lequel est une garniture en cuir. Or le cuir du boulon Est est lacéré; de cette déchirure, part une ligne très-visible, de 12 à 15 millimètres de largeur, le long de laquelle la couleur bleue des raies de la tente a été complétement détruite. Cette ligne descend à peu près suivant la direction de plus grande pente, mais un peu zig-zaguée cependant, jusqu'au moment où elle rencontre une des coutures de la tente, couture qu'elle suit sur une longueur de 40 centimètres; puis elle abandonne brusquement la couture et va rejoindre presque directement un trou qui existe actuellement à l'emplacement qu'occupait une des boucles extérieures de la tente. Deux autres trous se sont produits; ils correspondent l'un à la base de la lanière de cuir qui entrait dans la boucle, et l'autre à la base de la lanière qui porte une boucle intérieure, celle-ci n'a pas été enlevée, mais seulement décousue en partie. La boucle extérieure, au contraire, a été retrouvée en dehors, projetée à vingt-trois pas de la tente, et la lanière qui entrait dans la boucle a été coupée en deux, à l'endroit où elle traversait celle-ci, et sa base projetée sur le fauteuil, dans la tente. Les morceaux de toile correspondants à ces trous ont été réduits en charpie qui s'est répandue en duvet dans toute la tente.

» A ces trois trous de la tente, paraissent correspondre trois traces de brûlure sur le front du cadavre : l'une, principale, s'étend sur le côté droit de la tête, sur le cou, l'épaule, le bras et une partie de l'avant-bras sur une largeur de 15 centimètres; elle se rétrécit, en contournant le bras en spirale vers l'intérieur, et s'arrête au coude.

» Le képy du capitaine est complétement brûlé, tous les galons effilochés; les deux boutons de la fausse jugulaire sont complétement désargentés; le fil de fer circulaire qui se trouve dans l'intérieur du képy a sa soudure fondue. La montre qui était dans la poche droite du gilet est arrêtée à 7 heures 53 minutes; elle présente, sur le boîtier, une trace de fusion de $1\frac{1}{2}$ millimètre de diamètre. Le porte-monnaie, qui était dans la poche droite du pantalon, n'offre aucune trace de l'accident; mais le cadavre présente à la cuisse droite une meurtrissure, qui semble provenir d'un choc donné par le porte-monnaie. La partie inférieure du cadavre ne présente aucune trace de la foudre; les bottes sont parfaitement intactes; au contraire la chemise, le paletot et le haut du pantalon jusqu'à la poche sont entièrement brûlés le long de la trace indiquée sur le cadavre. La couverture du lit présente aussi des brûlures très-accusées. Le lit en fer, près duquel se trouvait debout le capitaine (probablement à une dizaine de centimètres au plus), au moment de l'accident, porte à peu près à hauteur du porte-monnaie sept ou

huit petites traces très-visibles de fusion; à hauteur du coude, sur la partie supérieure de la tête du lit, il y a aussi quelques traces, très-petites, de fusion. Enfin, de l'autre côté du lit, à l'endroit où il est le plus rapproché de la toile de la tente (10 centimètres), le lit montre des traces très-évidentes de fusion, et la toile présente une quinzaine de petits trous analogues à des piqûres de grosse épingle. Ils sont situés à peu près verticalement au-dessous du point où la trace sur la tente dont nous avons parlé plus haut quitte la couture, par un coude brusque, pour se jeter vers la boucle.

» Il paraît démontré, d'après cela, que le chemin parcouru par l'électricité est le suivant : le boulon du faîtage, la toile de tente suivant la trace qui en est restée, la boucle extérieure, la tête du capitaine et le képy galonné, distant de 6 à 10 centimètres seulement de la toile de la tente au moment de la décharge électrique, le bras droit, puis, d'un côté, une étincelle rejoignant le lit, d'autre part une étincelle rejoignant la montre, le corps, le porte-monnaie, le lit. Il est probable qu'une partie de l'électricité a gagné directement le lit pour s'écouler dans le sol au moment où l'autre s'est dirigée vers la boucle en quittant la couture suivie d'abord.

» Outre le capitaine Lacroix, victime de l'accident, trois autres personnes ont ressenti les effets du coup de foudre.

» Un lieutenant et son ordonnance, occupés à boucler la porte d'une tente située à 8 mètres au sud de la tente foudroyée, ont été violemment séparés, éblouis, et ont senti, disent-ils, un pétillement dans les yeux.

» Dans une tente située à 12 mètres au nord-est, sous le vent de l'orage, un lieutenant, couché tout habillé sur son lit, s'est senti soulevé tout d'une pièce et est retombé sans éprouver d'ailleurs aucun mal.

» La tente du Conseil, située à 12 mètres de celle du capitaine Lacroix et plus élevée que toutes les autres, n'a nullement souffert; elle était ornée d'un fer de lance à chacune des extrémités de son faîte.

» Je joins à cette Lettre une Note rédigée par M. le médecin en chef de l'hôpital du camp sur les résultats de l'autopsie pratiquée par lui le 9 mai sur le cadavre du capitaine Lacroix (1). Il y indique une plaie ayant la forme

(1) *Autopsie de M. Lacroix, capitaine au* 11[e] *bataillon de chasseurs à pied, pratiquée le* 9 *mai, trente-six heures après l'accident ; température moyenne :* 15 *degrés.*

48 ans, constitution athlétique, musculature puissante, rigidité cadavérique encore complète. La chaleur du corps s'est conservée pendant vingt-quatre heures à 21°,5. La face est livide, violacée, avec un air calme, sérénité répandue sur les traits.

Une brûlure s'étend sur le côté droit de la tête, cou, épaule, bras, avant-bras, sur une largeur de 15 centimètres, se rétrécit au bras qu'elle contourne en spirale, ligne brisée.

d'une boucle de tente que l'on a cru d'abord avoir été produite par le choc de la boucle enlevée, mais cette opinion a dû être rejetée lorsque l'on a retrouvé la boucle en question. »

M. Gaube adresse une Note portant pour titre « Considérations sur l'inuline de la grande bardane ».

« **M. Chasles** fait hommage à l'Académie, de la part de M. le prince Boncompagni, du cahier de décembre 1868 du *Bullettino di bibliografia e di storia delle scienze matematiche e fisiche*, lequel renferme les trois derniers chapitres (IV, V et VI) du Mémoire du P. Bertelli sur l'origine de la théorie magnétique et de la boussole, et deux *fac-simile* pris d'un manuscrit de l'Université de Leyde, et d'un manuscrit italien de la Bibliothèque de l'Arsenal de Paris.

» Ce cahier se termine par une liste très-étendue des principaux ouvrages qui ont paru en différents pays sur les sciences mathématiques et physiques, dans le cours de l'année 1868. »

A 5 heures un quart, l'Académie se forme en comité secret.

La séance est levée à 6 heures un quart. É. D. B.

Dans tous les points parcourus par le fluide, la peau est parcheminée, carbonisée dans toute son épaisseur (4e degré), ainsi que le tissu cellulaire sous-jacent.

A la région frontale, près de la ligne médiane, se trouve une petite plaie contuse qui affecte assez exactement la forme d'une boucle de tente. Plaie contuse avec ecchymose à la partie médiane externe de la cuisse, se rattachant d'une manière éloignée aux lésions sus décrites.

Cavité cranienne : sang noir diffluant à la surface de l'hémisphère cérébral, vis-à-vis l'endroit où a frappé la foudre.

A la base du crâne, on trouve une disjonction, félure (?). A la base de la face antérieure du rocher, lésion qui explique l'écoulement sanguin par l'oreille, la pièce sera examinée ultérieurement.

Cavité thoracique : poumons gorgés de sang noir qui ruisselle abondamment à la coupe.

Cœur : les cavités droites sont remplies par un coagulum volumineux noir diffluent. Les cavités gauches sont vides.

Foie : volumineux, de consistance normale, rouge foncé.

De ces lésions multiples, intéressant des organes aussi importants, nous nous croyons autorisé à conclure que la mort par fulguration a été instantanée.

Le médecin en chef de l'hôpital militaire,
Signé : Sonrier.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 10 mai 1869, les ouvrages dont les titres suivent :

Études sur la machine à vapeur. Distribution de la vapeur au moyen d'un tiroir unique. Marche à contre-vapeur. Application de la théorie mécanique de la chaleur; par M. Ch. COMBES, Membre de l'Institut. Paris, sans date; in-8° avec planches.

De l'influence des variations périodiques de l'atmosphère sur l'état physiologique; par M. Ch. SAINTE-CLAIRE DEVILLE, Membre de l'Institut. Versailles, 1868; in-4°. (Extrait de l'*Annuaire de la Société météorologique de France.*)

Recherches et observations sur la hernie lombaire communiquées à l'Académie impériale de Médecine, séance du 9 *mars* 1869; *par* M. le Baron LARREY, Membre de l'Institut. Paris, 1869; br. in-8°.

Clinique chirurgicale de Strasbourg. Ovariotomie; guérison; par M. le professeur SÉDILLOT. Paris, 1869; br. in-8°. (Présenté par M. le Baron Larrey.)

L'unité des forces physiques, essai de philosophie naturelle; par le R. P. SECCHI. *Edition originale française, publiée d'après l'édition italienne, sous les yeux de l'auteur,* par le D^r^ Deleschamps. Paris, 1869, br. in-18.

Voyage d'exploration dans les bassins du Hodna et du Sahara; par M. VILLE. Paris, 1868; in-4° avec planches.

Précis analytique des travaux de l'Académie impériale des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Rouen pendant l'année 1867-1868. Rouen, 1868; in-8°.

Mémoires de la Société impériale d'émulation d'Abbeville, 1867 et 1868. Abbeville, 1869; in-8°.

Recueil des actes du Comité médical des Bouches-du-Rhône, publié sous la surveillance du Président, M. le D^r^ A. SICARD, t. VII, 2^e^ fascicule; t. VIII, 1^er^ fascicule. Marseille, 1868; 2 br. in-8°. (2 exemplaires.)

Extraits de Géologie; par MM. DELESSE *et* DE LAPPARENT, 1^re^ partie : *Classification des terrains.* Sans lieu ni date; br. in-8°.

Science familière. Le pain chimique; par M. P. GUYOT. Nancy, 1869; opuscule in-8°.

Clinique hydrothérapique de Plessis-Lalande; par M. L. FLEURY, 2^e^ fascicule. Paris, 1869; in-8°. (Présenté par M. Bouillaud.)

L'épidémie typhoïde de 1869; *par* M. L. DURANT. Anvers, 1869; br. in-4°.

Ueber... *Du système des fonctions à plusieurs variables; par* M. L. KRONECKER, Correspondant de l'Institut. Berlin, 1869; br. in-8°.

Astronomische... *Observations astronomiques publiées par l'Observatoire d'Altona sous la direction du professeur* C.-A-F. PETERS, tomes LIX à LXXI. Altona, 1863 à 1869; 13 vol. in-4°.

Beitrag... *Essais sur la connaissance des poissons des environs du Bas-Mein; par* M. A. BOETTGER. Offenbach, 1869; br. in-4°.

Ueber... *Sur les canaux qui se rencontrent dans le spath calcaire; par* M. G. ROSE. Berlin, 1869; in-4°.

L'Académie a reçu, dans la séance du 17 mai 1869, les ouvrages dont les titres suivent :

Théorie mécanique de la chaleur; par M. R. CLAUSIUS, Correspondant de l'Institut; traduite de l'allemand par M. F. FOLIE, 2e partie. Paris, 1869; 1 vol. in-12 relié.

Le choléra; étiologie et prophylaxie. Exposé des travaux de la Conférence sanitaire internationale de Constantinople; par M. le Dr A. FAUVEL. Paris, 1868; 1 vol. in-8°. (Adressé par l'auteur au concours du prix Bréant, 1869.)

Guide du verrier. Traité historique et pratique de la fabrication des verres, cristaux, vitraux; par M. G. BONTEMPS. Paris, 1868; in-8°. (Adressé par l'auteur au concours du prix de Statistique, 1869.)

Bulletin de la Société industrielle de Reims, t. VI, n° 30. Reims et Paris, 1869; in-8°.

The... *Trente-sixième Rapport annuel de la Société du Cornouailles*, 1868. Falmouth, sans date; br. in-8°.

Sitzungsberichte... *Compte rendu des travaux de l'Académie impériale des Sciences. — Classe des sciences mathématiques et naturelles. — Sections de minéralogie, botanique, zoologie, anatomie et paléontologie*, janvier à juillet 1868. *— Sections de mathématiques, physique, chimie, physiologie, météorologie, géographie physique et astronomie*, janvier à juillet 1868. Vienne, 1868; 2 vol. in-8°.

Sveriges... *Relevé géologique de la Suède, publié sous la direction de* M. A. ERDMANN, livraisons 26 à 30, avec atlas in-f°. Stockholm, 1868; in-8°.

PUBLICATIONS PÉRIODIQUES REÇUES PAR L'ACADÉMIE PENDANT LE MOIS D'AVRIL 1869. (Fin.)

L'Abeille médicale; nos 15 à 18, 1869; in-4°.
L'Art dentaire; avril 1869; in-8°.
L'Art médical; avril 1869; in-8°.
Le Gaz; n° 3, 1869; in-4°.
Le Moniteur de la Photographie; nos 2 et 3, 1869; in-4°.
Les Mondes; nos des 1, 8, 15, 22, 29 avril 1869; in-8°.
Le Sud médical; nos 7 à 9, 1869; in-8°.
L'Événement médical; n° 15, 1869; in-4°.
L'Imprimerie; n° 63, 1869; in-4°.
Marseille médical, n° 4, 1869; in-8°.
Magasin pittoresque; avril 1869; in-4°.
Matériaux pour l'histoire positive et philosophique de l'homme; 2e série, n° 1er, 1869; in-8°.
Monthly... *Notices mensuelles de la Société royale d'Astronomie de Londres;* n° 5, 1869; in-8°.
Montpellier médical... Journal mensuel de Médecine; avril 1869; in-8°.
Nachrichten... *Nouvelles de l'Université de Gœttingue;* nos 3 à 8, 1869; in-12.
Nouvelles Annales de Mathématiques; avril 1869; in-8°.
Nouvelles météorologiques, publiées par la Société météorologique; n° 5, 1869; in-8°.
Pharmaceutical Journal and Transactions; avril 1869; in-8°.
Répertoire de Pharmacie; avril 1869; in-8°.
Revue des Cours scientifiques; nos 19 à 22, 1869; in-4°.
Revue des Eaux et Forêts; avril 1869; in-8°.
Revue de Thérapeutique médico-chirurgicale; nos 8 et 9, 1869; in-8°.
Revue hebdomadaire de Chimie scientifique et industrielle; nos 22 à 25, 1869; in-8°.
Revue maritime et coloniale; mai 1869; in-8°.
Revue médicale de Toulouse; avril 1869; in-8°.
Società reale di Napoli. Rendiconto dell' Accademia delle Scienze fisiche e matematiche; 7e année, fascicules nos 10 à 12; 8e année, fascicules nos 1 et 2, 1869; in-4°.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 24 MAI 1869.

PRÉSIDENCE DE M. CLAUDE BERNARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Note sur les effets hygiéniques produits par une ventilation abondante dans l'atelier de tissage d'Orival, près Lisieux; par* **M. LE GÉNÉRAL MORIN.**

« Dans le courant du printemps dernier (1868), M. Fournet, l'un des plus honorables industriels de Lisieux, me fit consulter sur les moyens à employer pour assainir un vaste atelier de tissage qu'il possède à Orival, dans lequel sont réunis, en une seule salle, quatre cents ouvriers et quatre cents métiers éclairés, pendant les matinées et les soirées d'automne, par quatre cents becs de gaz.

» Cet atelier, à rez-de-chaussée, du genre de ceux qui sont adoptés aujourd'hui dans l'industrie du tissage, a $61^{m},20$ de longueur sur $33^{m},10$ de largeur. Sa hauteur, sous les entraits, n'est que de $3^{m},30$. Il est partagé en dix-sept travées couvertes par autant de petits toits à deux pans inclinés : l'un à un de base sur deux de hauteur, est vitré pour laisser pénétrer la lumière; l'autre, à trois de base sur deux de hauteur, couvert en zinc, est plein et laisse écouler les eaux.

» La surface de plancher est de 2 025 mètres carrés, ce qui correspond à $5^{mq},36$ seulement par ouvrier.

» La capacité totale de l'atelier est de 6 000 mètres cubes environ, déduction faite de l'espace occupé par le matériel, ce qui n'alloue que 15 mètres d'espace cubique à chaque ouvrier.

» Enfin, cet atelier n'est pas encore chauffé l'hiver, ce qui, outre l'inconvénient d'y permettre dans cette saison un trop grand abaissement de la température, présentait alors une difficulté grave pour l'établissement de la ventilation.

» D'après des renseignements que nous devons à l'obligeance de M. le Dr Pénot, de Mulhouse, les conditions hygiéniques des ateliers à rez-de-chaussée de cette ville sont beaucoup plus favorables.

» Dans les tissages à rez-de-chaussée, on alloue par ouvrier environ :

12 à 14 mètres carrés de surface de plancher,
45 à 55 mètres cubes de capacité,

et l'on assure le renouvellement de l'air par une ventilation dont nous ne connaissons malheureusement l'énergie par aucune expérience publiée jusqu'ici, et qui est produite tantôt uniquement par appel, tantôt simultanément par appel et par des moyens mécaniques.

» Le grand nombre des ouvriers, la nécessité de maintenir les chaînes des toiles à un état convenable d'humidité, l'influence des produits de la combustion du gaz, l'absence d'une ventilation suffisante et régulière rendaient l'atelier d'Orival tellement insalubre, que le nombre des ouvriers indisposés ou malades dans la partie centrale la plus éloignée des portes d'entrée et de sortie, y était habituellement de 30 à 40, sur lesquels une douzaine, en moyenne, étaient obligés de suspendre le travail et de garder la chambre.

» Les ouvriers valides, souvent incommodés l'été par la chaleur, l'hiver par les émanations du gaz, étaient fréquemment obligés de sortir pour respirer de l'air pur; beaucoup d'entre eux éprouvaient un malaise qui leur enlevait l'appétit, la vigueur : la production de l'atelier s'en ressentait.

» Telles étaient les conditions fâcheuses auxquelles M. Fournet regardait comme un devoir de porter remède, sans se préoccuper des sacrifices à faire pour y parvenir.

» *Dispositions adoptées.* — La solution ne me parut pas difficile pour les saisons de printemps, d'été et d'automne. La disposition symétrique et simple de l'atelier, le voisinage de la cheminée des moteurs généraux de l'usine, haute de 54 mètres, toujours fortement chauffée, permettaient d'assurer facilement, par appel, l'évacuation de l'air vicié. Quant à l'introduction de l'air nouveau, évidemment elle pouvait être obtenue naturellement par l'effet de l'aspiration; mais il fallait la disposer de manière qu'elle pût être variée, accrue ou diminuée selon les saisons, sans jamais être incommode : ce qui, pour l'hiver, présentait une difficulté réelle et

presque insoluble, attendu, comme on l'a dit plus haut, qu'aucune mesure n'avait été prise pour le chauffage de l'atelier pendant les grands froids.

» Je n'indiquerai que sommairement les dispositions simples qui ont été exécutées avec autant de soin que d'intelligence par M. Perreau, ancien élève des Écoles d'Arts et Métiers, et Ingénieur Sous-Directeur de la fabrique d'Orival.

» *Volume d'air.* — Le volume d'air normal à évacuer et à introduire a été fixé à 30 mètres cubes par heure et par ouvrier, soit en tout à $30^{mc} \times 400 = 12000$ mètres cubes par heure, avec faculté de l'augmenter ou de le restreindre selon les besoins et les saisons. Ce volume total moyen correspondait à $3^{mc},33$ par seconde.

» *Introduction de l'air.* — L'air devait arriver par des orifices ménagés dans les longs pans des toits, et la distance de ces orifices aux individus ne pouvait excéder $2^{m},80$.

» Nous avons dit que l'atelier n'était pas chauffé, et il était par conséquent nécessaire de se réserver les moyens de faire varier, selon les températures extérieures, la grandeur des orifices d'admission de l'air, où la vitesse de passage devait être d'autant plus grande que la température extérieure serait plus basse.

» *Disposition pour donner à l'air le degré nécessaire d'hygrométricité.* — La nature du travail des métiers à tisser exigeant que l'air ait un certain degré d'hygrométricité, on y a pourvu au moyen d'une canalisation de tuyaux qui, dans chaque orifice d'admission, lance, en sens contraire du mouvement d'entrée de l'air, un petit jet d'eau très-fin, qui se divise presque à l'état de poussière humide que l'air traverse avant son introduction. Cette disposition est principalement utile l'été, et elle contribue aussi un peu à empêcher la température intérieure de dépasser dans cette saison une limite convenable.

» Sans entrer dans plus de détails, je me contenterai ici de faire connaître les résultats généraux qui ont été obtenus dans le vaste atelier d'Orival, en rappelant d'abord que le volume d'air à introduire et à évacuer avait été fixé en moyenne à 12000 mètres cubes par heure.

» Dès la fin de juillet, les travaux poussés avec activité, sans interrompre la marche de l'atelier, étaient assez avancés pour que l'on pût faire de premières observations sur l'évacuation de l'air, même avant que les orifices d'admission fussent tous terminés.

» On reconnut de suite que la haute température de la cheminée donnait à l'appel une énergie bien supérieure à celle sur laquelle on avait jugé prudent de compter.

» Il en résultait que le volume d'air évacué atteignait 25000 et jusqu'à 39000 mètres cubes par heure, au lieu du chiffre de 12000 mètres cubes que l'on avait regardé comme moyennement suffisant.

» A l'aide de registres régulateurs, disposés à cet effet, il a été facile de modérer cette évacuation et de la rapprocher de la limite fixée. Ainsi, pendant le mois d'octobre 1868, on a réduit ce volume à 18000 ou 20000 mètres cubes; et, plus tard, il a même été possible de le faire descendre beaucoup au-dessous de 12000 mètres cubes : ce que nous ne croyons pas convenable pendant les séances d'éclairage, à moins que le froid ne soit excessif, l'atelier n'étant pas encore chauffé.

» Quant aux vitesses d'introduction de l'air nouveau, tant que les températures extérieure et intérieure ont été renfermées dans les limites des saisons tempérées, elles ont toujours été comprises entre $0^m,70$ et $0^m,80$: ce qui n'excède pas beaucoup la limite de $0^m,60$ adoptée pour fixer les dimensions des orifices d'admission, qu'il est toujours prudent de proportionner largement.

» Il en est résulté que les volumes d'air introduits se sont élevés en moyenne, lors des expériences faites avec les orifices complétement ouverts, aux chiffres contenus dans le tableau suivant, qui indique aussi les températures extérieure et intérieure :

DATES.	VOLUMES D'AIR introduits en une heure.	TEMPÉRATURES	
		extérieure.	intérieure.
27 juillet	mc 13459	° 24,7	° 21,5
29 juillet	13921	22,8	21,7
6 août	14976	24,0	24,0
10 août	14131	25,0	24,7
15 août	14515	18,0	18,7
8 septembre	13493	23,4	24,4
25 septembre	15379	17,2	20,7
29 septembre	14189	18,2	20,0
8 octobre	14711	16,2	19,8
10 octobre	15514	14,0	16,2
12 octobre	14584	19,2	»
Moyennes générales	14444	»	»

» Ainsi, pendant les mois d'été et d'automne, le volume d'air introduit a atteint en moyenne le chiffre de 14 000 mètres cubes par heure, au lieu de celui de 12 000 mètres cubes qui avait été fixé.

» Les orifices ménagés pour l'entrée de l'air sont donc plus que suffisants pour la saison des plus fortes chaleurs, et il est d'ailleurs évident qu'en en augmentant le nombre, on pourrait faire introduire, à la même vitesse, des volumes d'air plus grands, s'il était nécessaire, de manière à annuler ou à restreindre beaucoup les rentrées d'air par les portes.

» Le tableau précédent montre que, dans les journées chaudes de juillet, août et septembre, il a été possible de maintenir la température moyenne intérieure un peu au-dessous de la température extérieure.

» La couverture en zinc s'échauffait, cependant, tellement parfois sous l'action du soleil, que la température maximum de l'air au-dessus et auprès des orifices s'élevait alors à plus de 30 degrés, tandis qu'à l'intérieur, elle restait à ces mêmes instants notablement plus basse.

» Les seuls moments où la température ait été un peu trop élevée, malgré l'activité de la ventilation, ont été les soirées des premiers jours de septembre, alors que commençait l'allumage des quatre cents becs de gaz : tandis que le soir, à 7 heures, la température de l'air extérieur était encore de 20 à 22 degrés, celle de l'intérieur s'est élevée pendant quelque temps à 25 et à 28 degrés. Cela indique qu'en prévision de cet effet, il serait bon d'ouvrir un plus grand nombre d'orifices d'admission pour combattre, par l'introduction d'un plus grand volume d'air frais, l'élévation de température causée par le gaz.

» Mais, dès que la température extérieure n'a plus été, le soir, que de 16 à 18 degrés, celle de l'intérieur ne s'est élevée, au maximum, à la même heure qu'à 18 ou 20 degrés, ce qui est très-supportable, comme on sait, dans des lieux aérés.

» A mesure que les températures extérieures ont baissé, et que les matinées et les soirées sont devenues plus fraîches, des circonstances inverses se sont présentées : il fallait toujours, d'une part, s'opposer à une surélévation gênante de la température et surtout à l'altération de l'air par la présence des ouvriers et par la combustion du gaz; mais d'une autre part, il fallait éviter que la température de cet atelier, qui n'est pas chauffé, ne s'abaissât au-dessous des limites convenables, et que l'introduction de l'air frais ne fût une cause d'incommodité.

» De là, la nécessité de restreindre l'ouverture des orifices d'arrivée d'air, où la vitesse de passage augmentait d'ailleurs à mesure que la différence des températures intérieure et extérieure s'accroissait.

» Le règlement de la marche de la ventilation demande alors un peu d'attention, mais, à l'aide de dispositions convenables, il ne présente pas de difficultés. On les éviterait probablement toutes, et l'on conserverait à la ventilation une activité suffisante, si l'on prenait le parti de chauffer modérément cet atelier pendant les grands froids de l'hiver, ainsi qu'on le fait à Mulhouse dans les ateliers de même genre, soit à l'aide d'une circulation de vapeur dans des tuyaux convenablement disposés, soit en utilisant pour ce chauffage l'eau chaude de condensation des machines que l'on est obligé de refroidir pour d'autres opérations.

» On s'occupe d'étudier les mesures à prendre pour compléter, par une installation de ce genre, les améliorations introduites par M. Fournet dans ce vaste atelier, dont la salubrité laissait précédemment beaucoup à désirer.

» Après avoir fait connaître sommairement les dispositions adoptées et les résultats physiques obtenus, il importe d'y joindre les améliorations qui ont pu être observées au point de vue de l'état hygiénique.

» Les travaux commencés en juin n'ont été complétement terminés, et le service de la ventilation n'a fonctionné régulièrement, qu'à partir du milieu du mois d'août 1868. Dès les premiers jours, l'amélioration dans l'état de l'air de cette salle, précédemment infectée d'odeurs nauséabondes qui causaient aux ouvriers un malaise indéfinissable et leur enlevaient une partie de leur énergie, devint immédiatement sensible; mais j'ai voulu attendre qu'un intervalle de temps suffisant se fût écoulé pour permettre d'en apprécier avec certitude les conséquences.

» Il y a maintenant près de dix mois que la ventilation, complétement mise en activité vers le milieu d'août 1868, fonctionne régulièrement. Les Rapports mensuels du Médecin de l'établissement et ceux du Sous-Directeur constatent que le nombre des malades a considérablement diminué, et que c'est à peine si, aujourd'hui, sur les 400 ouvriers, il en manque au travail 3 ou 4 par jour, au lieu de 10 à 12 en moyenne qui étaient retenus chez eux.

» Or, une diminution moyenne de 7 à 8 dans le nombre des malades par journées de travail correspondant à 2100 ou 2400 journées pour une année, équivaut, tant en frais de maladies qu'en pertes de salaires, pour les ouvriers seuls, à plus de 4000 à 5000 francs par an.

» Des indices certains et indépendants de toute prévention favorable montrent, qu'en effet l'état hygiénique des ouvriers s'est notablement amélioré. L'un des plus caractéristiques est fourni par l'accroissement de

la production de l'atelier, qui s'est élevée à plus de 6 pour 100 par le seul effet de la plus grande activité qu'ils apportent au travail.

» Une autre preuve plus caractéristique encore de l'amélioration de santé des ouvriers a été fournie par le service de la Boulangerie établie dans les usines de M. Fournet pour leur livrer du pain de bonne qualité au prix de revient.

» L'Administrateur de cette Boulangerie, surpris d'avoir à constater un accroissement très-notable dans la consommation, en a fourni l'état suivant au Chef de l'Établissement.

Consommation de pain pendant les trois derniers mois de 1867 *et de* 1868:

1867 (l'atelier n'est pas ventilé) :		1868 (l'atelier est ventilé) :	
Octobre	4880 kilogr.	Octobre	6576 kilogr.
Novembre	5132 »	Novembre	6720 »
Décembre	5644 »	Décembre	7718 »
	15656 kilogr.		20014 kilogr.

» Ces résultats n'ont pas besoin de commentaires.

» En résumé, on voit par cet exemple quelle salutaire influence peut exercer sur la santé des nombreux ouvriers de certains ateliers un renouvellement abondant de l'air, que l'on peut souvent obtenir sans dépenses journalières, comme dans le cas présent : les frais d'installation de la canalisation nécessaire seront presque toujours fort peu dispendieux, si l'on s'en occupe lors de la construction des usines ; on a même vu que, quand on ne l'établit qu'après coup, on en est largement dédommagé par les résultats obtenus. Ainsi, dans le tissage d'Orival, où les travaux ont été exécutés sans arrêter la marche de l'atelier, et où les conditions locales présentaient d'assez grands obstacles, la dépense totale s'est élevée à 14000 ou 15000 francs.

» L'honorable M. Fournet, en faisant cette dépense, n'avait en vue que de remédier aux défauts hygiéniques qu'il avait reconnus dans ses ateliers ; mais il a trouvé en outre, sans s'y être attendu, l'avantage d'un accroissement remarquable de production de son usine. Le mérite de l'initiative qu'il a prise ne lui en reste pas moins, et nous ne saurions douter que son exemple ne soit suivi par un grand nombre d'autres industriels qui savent mettre au rang de leurs devoirs l'amélioration morale et physique de leurs ouvriers. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Indication d'expériences de sondages, pour les voyages du* Jean-Bart; *par* **M. D'ABBADIE.**

« Les sondages préliminaires pour la pose du câble télégraphique entre New-York et l'Irlande ont donné des renseignements précieux sur la profondeur de l'océan Atlantique septentrional et sur les grandes inégalités de son lit. Un peu plus au sud, le prochain établissement du câble qui, commençant à Brest, doit se terminer aux États-Unis, fournira à la science de nouvelles données sur une question à peine ébauchée; car si la théorie des marées permet d'esquisser la cavité moyenne des mers, des mesures effectives peuvent seules indiquer les limites extrêmes de leur profondeur.

» Il est bien désirable de faire des sondages dans l'Atlantique et dans les autres grandes mers, sur des lignes centrales systématiquement choisies, en espaçant ces sondages de cent en cent kilomètres par exemple. L'achèvement d'un travail si important pour la géographie physique ne peut que durer fort longtemps. M. le commandant du *Jean-Bart* peut au moins le commencer, et je voudrais lui conseiller l'étude des grandes profondeurs, chaque fois surtout que l'état de la mer le permettra.

» On ne peut guère espérer que la pose d'une ligne télégraphique nous donne la connaissance du lit de l'Atlantique méridional. C'est là qu'on assure avoir observé la plus grande profondeur atteinte jusqu'ici. Le 30 octobre 1852, par 36 degrés de latitude sud et 34°,46′ de longitude ouest de Paris, M. le capitaine Denham trouva le fond à 14092 mètres, le plomb ayant mis plus de neuf heures à descendre. On le souleva plusieurs fois en enroulant 50 brasses, et il retombait ensuite toujours au même point. Selon M. Denham, la ligne avait $2^{mm},5$ de diamètre et, dans l'air, une résistance de 82 livres par cent *fathoms* ou brasses de $1^{m},83$. Cette ligne se rompit après avoir été retirée de 250 mètres. Les 14 kilomètres filés pesaient secs 35 kilogrammes, ou 39 en y comprenant le plomb.

» On sent combien il est important de répéter un sondage aussi exceptionnel, en employant un poids qui se détache dès qu'il touche le fond, ce qui permet de ramener à bord un petit thermomètre à minima fixé près de la plaque inférieure du plomb. A moins de tomber sur une roche nue, ce qui paraît peu probable, cette plaque, enduite de suif, rapporterait du lit de l'Océan quelques débris qui seraient décrits sur place et conservés ensuite pour être analysés et examinés au microscope.

» Quand même le *Jean-Bart* ne ferait, dans chacune de ses traversées, qu'un seul sondage bien exécuté en mer profonde, il rendrait à la science un service hors ligne. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission de cinq Membres qui sera chargée de proposer une question pour le concours du prix Fourneyron (Mécanique appliquée).

MM. Combes, Morin, Phillips, Dupin, Piobert réunissent la majorité des suffrages.

MÉMOIRES LUS.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Mémoire sur le poinçonnage et la théorie mécanique de la déformation des métaux; par* **M. Tresca**. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Combes, Morin, de Saint-Venant.)

« A la suite de nombreuses expériences sur le poinçonnage des métaux, l'auteur a déterminé, comme dans ses précédentes communications sur l'écoulement des corps solides, les déplacements qui se produisent dans l'intérieur d'une masse solide sous l'action d'un poinçon. Il en déduit certaines hypothèses relatives à la déformation de toute ligne horizontale ou de toute ligne verticale considérée, soit sous le poinçon, soit dans la partie extérieure de la masse traversée par ce poinçon.

» En partant de ces hypothèses, il détermine géométriquement les déplacements de tous les points de cette masse, et se trouve ainsi conduit aux équations des transformées de chaque horizontale ou de chaque verticale du bloc primitif. Ces équations étant obtenues, l'auteur compare, dans des tableaux d'ensemble, les distances mesurées, entre les couches, dans la débouchure, aux distances calculées, et il trouve ainsi la confirmation approximative de ses déductions géométriques.

» En ce qui concerne l'observation des pressions pendant le poinçonnage, il traduit également ces pressions par des tableaux graphiques qui présentent, avec les résultats des calculs déduits de formules développées dans une autre partie du Mémoire, de sérieuses concordances.

» Il examine ensuite, aux mêmes points de vue, le cas du poinçonnage d'un bloc cylindrique, maintenu dans une enveloppe cylindrique, et ne pouvant dès lors se déformer que par l'allongement successif du cylindre primitif, du côté de la face d'entrée du poinçon.

» La partie la plus importante du Mémoire est consacrée à une théorie

mécanique de la déformation des corps solides, dans laquelle l'auteur exprime le travail de déformation en fonction d'un coefficient de fluidité représentant une résistance, par mètre carré, indépendante de la grandeur des déplacements moléculaires, quand le corps est arrivé à l'état de fluidité.

» Cette théorie mécanique de la déformation des corps solides a permis à l'auteur de discuter les résultats des pressions observées dans toutes les expériences qu'il a faites, soit sur le poinçonnage des métaux, soit sur l'écoulement ou sur l'écrasement des corps solides.

» Ce travail se termine par des conclusions nombreuses relatives aux différentes parties des phénomènes considérés, conclusions dont nous ne pouvons reproduire que les principales :

» 1° La partie extérieure au cylindre central se déforme pendant l'enfoncement du poinçon, mais seulement dans la partie du solide qui n'a pas encore été traversée par le poinçon. Au-dessous de la face inférieure du poinçon, la surface se confond avec une surface cylindrique jusqu'à une distance de l'extrémité du poinçon égale au rayon d'activité.

» La surface extérieure se modifie jusqu'à la fin de l'expérience, dans le cas d'un poinçonnage sans contre-matrice. Au contraire, dans le cas d'un poinçonnage avec contre-matrice, la surface extérieure cesse de se modifier, quand le poinçon est arrivé à une distance de la face inférieure, égale à la longueur de la débouchure, représentant, dans ce cas, la longueur même du rayon d'activité.

» 2° La base supérieure du bloc est entraînée par le frottement de la tige du poinçon et forme, à la fin de l'expérience, une surface conique.

» 3° La paroi du cylindre central éprouve des modifications analogues à celles qu'éprouve la paroi extérieure du bloc.

» 4° Lorsque le bloc est composé de plaques superposées, la débouchure est formée d'une série de troncs de cône à fond plat.

» Toutes les surfaces de séparation, transformées des faces horizontales des plaques successives, sont convexes vers l'extérieur, par suite du retard dans le mouvement des points situés sur le cylindre central, retard déterminé par le frottement contre les parois de la contre-matrice. Ces diverses couches devraient être de plus en plus minces en se rapprochant de la tête du poinçon, mais le frottement du plomb contre cette tête empêche la plaque, immédiatement en contact avec le poinçon, de diminuer d'épaisseur, comme elle le ferait sans cette cause perturbatrice.

» 5° Les couches cessent de se modifier, quand l'épaisseur de la cloison située au-dessous du poinçon est égale à la longueur de la débouchure.

» 6° La hauteur de la débouchure, qui est égale à la longueur du rayon d'activité, est donnée par la formule

$$L = R_1\left(1 + \log'\frac{R}{R_1}\right)$$

lorsque la hauteur du bloc est notablement plus grande que cette longueur. Dans le cas contraire, la longueur de la débouchure se rapproche beaucoup de la hauteur du bloc.

» 7° Si l'on considère, dans ce bloc, la portion primitivement formée d'une demi-sphère, ayant pour diamètre le diamètre du poinçon, et en contact avec sa face inférieure, cette demi-sphère se déforme beaucoup moins que les autres parties du cylindre central, et constitue, par suite, une proue analogue à celles qu'on observe dans le déplacement d'un corps solide qui se meut dans une masse liquide.

» 8° La pression qui détermine le poinçonnage augmente rapidement, à mesure que le poinçon pénètre dans le bloc, jusqu'à une certaine limite, qui, pour une même matière, dépend, tout à la fois, de la hauteur du bloc et de la différence de rayon entre le bloc et le poinçon.

» Cet effort maximum reste constant, dans les blocs dont la hauteur est suffisamment grande, tant que la distance entre l'extrémité du poinçon et la face inférieure du bloc est plus grande que la longueur de la débouchure.

» Cette pression maximum est réglée par la formule

$$P = 2K\pi R_1^2\left(1 + \log'\frac{R}{R_1}\right).$$

» Au delà de la limite d'enfoncement indiquée plus haut, la pression diminue graduellement.

» 9° La pression exercée par le poinçon se transmet dans l'intérieur de la masse dans tous les sens. Elle se traduit, dans le sens horizontal, par une augmentation de diamètre. Elle se traduit, dans le sens vertical, par une diminution continue de la distance qui séparait primitivement les couches placées dans la zone d'activité; au delà de cette zone d'activité, la transmission des pressions ne produit aucun déplacement.

» La diminution de résistance dans un sens facilite l'écoulement dans ce sens. Il suffit d'une petite différence de résistance pour permettre à l'écoulement de se produire exclusivement dans le sens de la moindre résistance.

» 10° Dans le cas du poinçonnage d'un cylindre maintenu dans une enveloppe cylindrique, la matière s'élève autour du poinçon, sous forme d'un jet annulaire, dont la surface libre est absolument cylindrique, même lorsqu'elle n'est plus maintenue par l'enveloppe.

» 11° On a admis, pour les calculs, que, à l'état de fluidité, la matière exige, pour l'écartement de deux molécules, une résistance indépendante de la grandeur de cet écartement.

» La période de fluidité se placerait donc à la suite de la période d'élasticité parfaite, pour laquelle la résistance est proportionnelle à l'écartement élastique, et à la suite de la période d'élasticité imparfaite, qui est caractérisée par la non-proportionnalité entre l'écartement et la résistance.

» En partant de cette définition mathématique de l'état de fluidité, il a été possible d'établir les premières bases d'une théorie fondée sur la connaissance des déplacements produits.

» C'est ainsi qu'on a successivement traité la question du poinçonnage des métaux avec et sans contre-matrice, celle du poinçonnage des métaux maintenus dans une enveloppe cylindrique, celle de l'écrasement des cylindres et celle de l'écoulement par des orifices concentriques. Ce dernier mode d'écoulement n'avait été examiné, dans les précédentes communications, que sous le rapport de la cinématique des déformations.

» 12° Cette théorie mécanique a conduit, pour la pression totale exercée par le piston, aux valeurs suivantes :

» I. Poinçonnage avec ou sans contre-matrice,

$$P = 2\pi R_1^2 K \left(1 + \log' \frac{R}{R_1}\right);$$

» II. Poinçonnage d'un bloc maintenu par une enveloppe cylindrique,

$$P = \pi R_1^2 K \left(3 + \frac{2R^2}{R^2 - R_1^2} \log' \frac{R}{R_1}\right);$$

» III. Écoulement d'un bloc cylindrique par un orifice concentrique,

$$P = \pi (R^2 - R_1^2) K \left(3 + \frac{2R^2}{R^2 - R_1^2} \log' \frac{R}{R_1}\right).$$

» 13° Ces formules ont conduit chacune à une valeur du coefficient de résistance de fluidité qui atteint, pour le plomb, la valeur de 200 kilogrammes par centimètre carré.

» Ces valeurs diffèrent un peu les unes des autres, par suite de l'influence du frottement sur les enveloppes et sur les poinçons.

» 14° La résistance au cisaillement est égale à la résistance de fluidité, ce qui est d'ailleurs une conséquence de l'hypothèse d'une force de cohésion constante.

» 15° Les solides à l'état de fluidité transmettent les pressions sur les

enveloppes suivant une loi mathématique représentée par des formules qui conduisent à une nouvelle analogie entre les solides et les liquides.

» L'auteur termine sa communication en montrant que ces recherches sur le poinçonnage et la séparation, qui en est la suite, étaient le complément nécessaire de ses premières études sur l'écoulement, et que ces deux ordres de faits sont reliés par des calculs de même espèce, mais qui ne sont applicables qu'aux cas dans lesquels les déplacements sont très-lents, et où, par conséquent, les diverses courbes qui représentent les trajectoires peuvent quelquefois changer de direction d'une manière discontinue. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉTÉOROLOGIE. — *Remarques sur les aurores boréales observées à Munich.* Extrait d'une Lettre de **M. Lamont** à M. Ch. Sainte-Claire Deville.

(Commissaires : MM. Ch. Sainte-Claire Deville, Edm. Becquerel, d'Abbadie.)

« Aux détails sur l'aurore boréale du 13 mai, j'ajouterai seulement les remarques suivantes :

» 1° Depuis quarante ans, je n'ai vu que sept ou huit aurores boréales à Munich, et ce petit nombre ne suffit pas pour étudier les caractères du phénomène ;

» 2° Les aurores boréales, tant invisibles que visibles à Munich, sont toujours accompagnées de perturbations magnétiques ;

» 3° Dans les perturbations de la déclinaison, que j'ai observées depuis vingt-huit ans, je n'ai reconnu aucune loi générale ;

» 4° Les perturbations de l'intensité horizontale commencent, en général, par une augmentation de cette force et finissent toujours par une diminution, dont la durée est de deux ou trois jours ;

» 5° Dans toutes les perturbations, il se manifeste un *rapport constant* entre les changements de l'inclinaison et les changements simultanés de l'intensité horizontale, de sorte qu'à une augmentation de l'intensité de $\frac{1}{10000}$ répond une diminution de l'inclinaison de 8″,28 (pour Munich) ;

» 6° Dans un fil télégraphique, on ne peut pas observer l'existence d'un courant terrestre constant, la conductibilité du sol étant infiniment grande par rapport à la conductibilité du fil télégraphique, et ce ne sont que les *changements brusques* des courants terrestres qu'on observe ;

» 7° Par conséquent, pendant une perturbation magnétique, on ne voit dans le galvanomètre d'un fil télégraphique que des écarts irréguliers à

gauche et à droite du zéro, se succédant dans des intervalles de quelques minutes.

» En 1850 et 1851, nous avons fait des observations électriques d'heure en heure, depuis 7 heures du matin jusqu'à 6 heures du soir, sans pouvoir reconnaître aucune connexion entre l'état électrique de l'air et les perturbations magnétiques : plus tard, j'ai abandonné ces observations, parce que les indications des électromètres dépendent trop de circonstances locales et accidentelles. »

MÉTÉOROLOGIE. — *L'aurore boréale du 13 mai 1869, d'après les appareils enregistreurs de l'Observatoire de Greenwich.* Note de **M. W. de Fonvielle**, présentée par M. Ch. Sainte-Claire Deville. (Extrait.)

(Commissaires : MM. Ch. Sainte-Claire Deville, Edm. Becquerel, d'Abbadie.)

« Les perturbations magnétiques ont été beaucoup plus violentes pendant l'aurore boréale du 13 mai que pendant celle, déjà si remarquable, du 15 avril. En effet, la trace de la lumière réfléchie a dépassé de beaucoup les limites du papier sensibilisé qui est destiné à les recevoir. C'est seulement par approximation que l'on peut arriver à se faire une idée de leur valeur absolue. Un pareil accident qui a été constaté à l'observatoire de Stony-Hurst (*voir* les *Comptes rendus*, p. 1141), pour l'aurore du 13 avril, n'avait point eu lieu à l'Observatoire de Greenwich dans cette dernière circonstance.

» Pendant l'orage magnétique du 13 mai, la force verticale a éprouvé quatre maxima successifs : le premier à 8 heures du soir; le second et le troisième, très-voisins tous deux, vers 9 heures; enfin le quatrième vers 11 heures, temps moyen de Greenwich. C'est le troisième *maximum* qui a été le plus grand de tous. Le quatrième a été suivi d'un minimum très-notable, de sorte que c'est l'oscillation de 11 heures qui a été la plus grande de toutes. On peut évaluer son amplitude à 0,04 de la valeur moyenne de la force verticale.

» La force horizontale a été moins violemment perturbée. L'oscillation maximum qu'elle a éprouvée a été évaluée à 0,014 de sa valeur moyenne.

» La déclinaison, qui est, comme on le sait, occidentale, a atteint son maximum à $4^h 15^m$ du soir, et son minimum à 5 heures. Le maximum a été de $20°32'$, et le minimum de $19°7'$. Il résulte de ces chiffres que l'écart angulaire des situations extrêmes a été de 50 secondes (?).

» Des courants spontanés très-énergiques ont été produits, pendant l'aurore du 13 mai, dans le fil de Croydon aussi bien que dans celui de Darford, et les oscillations des deux magnétomètres paraissent avoir été synchrones, sans qu'il soit possible de dire quel a été celui qui a éprouvé les oscillations les plus vives. La production de ces courants spontanés explique très-bien l'interruption signalée dans le service télégraphique par M. de Vougy, Directeur des Lignes françaises; car les courants spontanés constatés en Angleterre ont dû se produire de notre côté du détroit. Nous ajouterons que des courants analogues ont été constatés pendant l'aurore du 15 avril, et que même ils nous ont paru avoir été plus énergiques en avril qu'en mai. Nous pensons donc qu'en interrogeant les souvenirs des télégraphistes, on arriverait à se convaincre que l'aurore du 15 avril a été accompagnée d'une interruption pareille à celle du 13 mai.

» Les perturbations atmosphériques qui ont accompagné l'aurore d'avril avaient été considérées comme un indice puissant en faveur de la connexion, pressentie par M. Brown, entre les orages magnétiques et les périodes de mauvais temps. Ces idées se sont trouvées confirmées par les perturbations atmosphériques qui ont accompagné l'aurore de mai, et qui ont été encore plus violentes que les précédentes.

» Pour la température en particulier, la série des températures moyennes a été la suivante :

11 mai.	12 mai.	13 mai.	14 mai.
51°,5 F.	51°,4 F.	49°,2 F.	48°,9 F.

» Ce refroidissement sera encore mis en évidence d'une façon très-nette en comparant la moyenne de la température de ces quatre jours avec la moyenne semi-séculaire pour les quatre jours correspondants. La température moyenne de ces quatre jours, en 1869, est, en effet, inférieure de 8°,7 F. à la température moyenne semi-séculaire des mêmes jours, à Greenwich. »

M. Ch. Sainte-Claire Deville présente, en outre, divers documents relatifs aux aurores boréales des 15 avril et 13 mai 1869, savoir :

1° Une Note de *M. Fradesso da Silveira*, sur la marche de l'aiguille de déclinaison à Lisbonne, du 15 au 16 avril 1869, d'après l'enregistrement photographique ;

2° Une Note du *P. Larcher*, sur les courbes barométriques obtenues au

moyen du météorographe Secchi, à l'École Sainte-Geneviève, à Paris, les 13, 15, 19 et 21 mai;

3° Une Note de *M. J. Glaisher*, Directeur du service météorologique à l'Observatoire de Greenwich, contenant les observations de l'aurore boréale du 13 mai, faites : 1° à Llanrwst (pays de Galles), par le capitaine *Drury Lowe;* 2° à Schrewsbury, par *M. C. Davis;* 3° à Manchester, par *M. A. Brothers;*

4° De la part de *M. Quetelet*, les observations faites, le 13 mai, à Bruxelles.

Ces divers documents sont renvoyés à la Commission qui a été nommée pour les communications relatives aux aurores boréales, Commission qui se compose de MM. Ch. Sainte-Claire Deville, Edm. Becquerel, d'Abbadie.

M. Garrigou adresse une Note « sur l'aménagement des sources thermales en général et sur celui des sources du Couloubret à Ax (Ariége) ». Cette Note est présentée par M. Daubrée.

(Commissaires : MM. Ch. Sainte-Claire Deville, Daubrée, Boulliaud.)

M. Hoduit adresse une Note concernant la détermination du grand axe de l'orbite d'une comète.

(Renvoi à la Section d'Astronomie.)

M. Barnett prie l'Académie de vouloir bien soumettre au jugement d'une Commission la communication qu'il lui a adressée au sujet de ses « nageoires humaines ».

(Renvoi à la Section de Médecine et de Chirurgie.)

Un auteur, dont le nom est contenu dans un pli cacheté, adresse, pour le concours des prix de Médecine et de Chirurgie, un Mémoire manuscrit portant pour titre « Typhus des Arabes. Typhus exanthématique ou pétéchial. Épidémie de 1868 ».

(Renvoi à la future Commission.)

M. Zantedeschi adresse une Note concernant les indications qu'il a données anciennement sur l'emploi de l'acide chlorhydrique et d'agents analogues, comme remèdes contre le choléra.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

M. P. Levere adresse un Mémoire relatif à la Physiologie pathologique du choléra.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

M. Cahours est désigné pour remplacer feu *M. Pelouze* dans la Commission nommée pour l'examen des communications faites par *M. Houzeau* sur l'ozone.

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel annonce à l'Académie que le tome LXVI des *Comptes rendus* est en distribution au Secrétariat.

M. le Secrétaire perpétuel donne lecture de deux Lettres qu'il a reçues de *M. Balfour-Stewart* et de *M. Arch. Geikie*: ces Lettres accompagnent l'envoi de deux brochures, dont l'une est un numéro des Comptes rendus de la Société Royale d'Édimbourg et l'autre est une Notice sur feu *J.-D. Forbes*, Correspondant de l'Académie, décédé le 31 décembre 1868.

M. le Secrétaire perpétuel, en présentant à l'Académie, de la part des auteurs, l'ouvrage intitulé : « Mémoire sur les filons de Przibram et de Mies » par *MM. A. Michel Lévy* et *J. Choulette*, lit les passages suivants de la Lettre d'envoi :

« Nous nous sommes proposé d'étudier les principales directions de plissements et de cassures qui affectent les terrains anciens de la Bohème, et de déterminer l'âge des remplissages éruptifs ou concrétionnés qui s'y présentent sous forme de dykes ou de filons.

» Le système de Longmynd nous paraît avoir produit à Przibram les premières cassures du granite, et les plissements des schistes et grauwackes azoïques désignés par M. Barrande sous les noms d'étages A et B.

» Le système du Hundsrück a donné sa direction aux grauwackes C et à la longue frontière granitique qui borde au sud-est les terrains stratifiés de la Bohème.

» Des éruptions de diorites, grünsteins et kersantons ont rempli les fentes réouvertes des systèmes précédents et se présentent aussi dans une direction parallèle au système des ballons.

» Le remplissage sulfuré métallifère, qui se compose principalement de

galène riche en antimoine et en argent, remplit des fentes de schistosité perpendiculaires aux couches grauwackeuses, et des fractures que nous rapportons aux systèmes du Forez, du nord de l'Angleterre et du Rhin; c'est au système du nord de l'Angleterre qu'il faut attribuer les directions les plus riches.

» Le Thüringerwald a produit des réouvertures caractérisées par une venue barytique et calcaire, et par des remaniements métallifères.

» Enfin de grandes failles stériles, parallèles aux systèmes du mont Seny et de la Côte-d'Or, terminent à Przibram la série des phénomènes de soulèvement qu'on y peut observer.

» Les schistes ante-siluriens dans lesquels on exploite les filons des environs de Mies présentent la même succession de plissements et de cassures; mais il faut y ajouter une direction métallifère due au système des Pays-Bas, et des failles stériles relativement récentes, qui nous paraissent intimement liées aux éruptions de basaltes (Alpes-Occidentales), de tuffs volcaniques et d'eaux minérales (Ténare) que présente le nord de la Bohême.

» Nous avons cherché à ranger par ordre d'âge cette longue série de phénomènes, en nous appuyant sur la nature des terrains qu'ils intéressent, sur les rejets réciproques que se font subir les diverses fractures, indépendamment de leurs remplissages; l'âge relatif de ces derniers s'en déduit, car ils s'intercalent toujours entre deux directions. Quant à leur âge absolu, il s'obtient par la comparaison du tableau chronologique ainsi dressé avec celui des systèmes de montagnes, et la remarquable concordance des deux séries nous paraît fournir une preuve de plus à l'appui des idées émises par l'auteur de la *Notice sur les systèmes de montagnes*.

» D'après cette comparaison, les éruptions de grünsteins seraient antérieures au terrain houiller proprement dit; la grande venue métallifère serait à rapporter à la période triasique, la venue barytique à la période liasique.

» Nous comparons la première de ces venues aux couches métallifères interstratifiées dans le trias de la Haute-Silésie, la seconde aux gisements barytiques que présente en France le lias du Morvan et du plateau central.

» Il y aurait enfin de grandes analogies géologiques entre les champs de fracture de la Bohême, ceux des environs de Freiberg en Saxe, et un grand nombre des filons métallifères du plateau central en France. »

HYDRODYNAMIQUE. — *Note sur le mouvement des liquides;* *par* **M. Th. d'Estocquois.**

« Soit un liquide homogène, φ une fonction telle que les trois composantes de la vitesse du liquide au point M soient

$$\frac{d\varphi}{dx}, \quad \frac{d\varphi}{dy}, \quad \frac{d\varphi}{dz},$$

l'équation de continuité aura la forme

$$\frac{d^2\varphi}{dx^2} + \frac{d^2\varphi}{dy^2} + \frac{d^2\varphi}{dz^2} = 0.$$

Si l'on pose

$$\varphi = \text{const.},$$

on aura une surface à laquelle seront normaux les filets liquides. J'appellerai ces surfaces *surfaces normales*.

» Considérons un liquide pesant, qui s'écoule par un orifice rectangulaire horizontal, la contraction de la veine ayant lieu sur un des côtés du rectangle seulement. Supposons l'axe des z vertical et dans le sens de la pesanteur. Prenons pour plan des xy le plan du niveau supérieur du liquide. Les coordonnées étant rectangulaires, la contraction de la veine a lieu sur une ligne qui a pour équations

$$z = h,$$
$$y = b.$$

Ce mouvement est supposé permanent et nul dans le sens des x. L'équation de continuité se réduit à

$$\frac{d^2\varphi}{dy^2} + \frac{d^2\varphi}{dz^2} = 0.$$

Je me propose de satisfaire aux conditions suivantes :

» 1° L'équation de continuité;

» 2° Le plan des xy doit être une des surfaces normales;

» 3° L'inclinaison à l'horizon des filets les plus extérieurs de la veine doit avoir une valeur donnée;

» 4° La pression doit être la même à la surface supérieure et à l'extérieur de la veine.

» Si l'on pose

$$\varphi = \mathrm{A}\, e^{\alpha y} \sin \alpha z,$$

l'équation de continuité sera satisfaite, et l'on pourra disposer des constantes A et α de manière à remplir les autres conditions. Les surfaces normales ont pour équation

$$e^{\alpha y} \sin \alpha z = C.$$

Si la constante C est nulle, on retrouve le plan des xy.

» Les deux composantes de la vitesse en chaque point sont :

$$\text{parallèlement aux } y \ldots \ A\alpha e^{\alpha y} \sin \alpha z,$$
$$\text{» aux } z \ldots \ A\alpha e^{\alpha y} \cos \alpha z;$$

pour $z = h$, $y = b$, on a

$$A\alpha e^{\alpha b} \sin \alpha h,$$
$$A\alpha e^{\alpha b} \cos \alpha h,$$

dont le rapport tang ah est la tangente trigonométrique de l'angle que font avec la verticale les filets les plus extérieurs de la veine. Si donc cet angle est donné et égal à m, on aura

$$\alpha = \frac{m}{h}.$$

Quant à la quatrième condition, appliquons l'équation des forces vives

$$\frac{2p}{\rho} = 2gz - v^2 + \text{const.},$$

p étant la pression, ρ la densité, g l'accélération due à la pesanteur, v la vitesse résultante en chaque point. Soit v_0 la vitesse en un des points où $z = 0$. La pression p étant la même en ce point et à l'orifice, on aura

$$A^2 \alpha^2 e^{2\alpha b} - v_0^2 = 2gh.$$

Si l'on néglige v_0^2, comme on a coutume de le faire, cette équation donnera A, α étant déjà connu.

» Le plan supérieur du liquide et les filets les plus extérieurs de la veine étant au contact de l'atmosphère, il me paraît naturel de leur supposer la même pression, quand le vase n'est pas très-élevé. Les points de l'intérieur de la veine ont une inclinaison différente pour leurs filets, et une pression inconnue. La vitesse à l'orifice étant

$$\sqrt{2gh}$$

et l'angle qu'elle fait avec la verticale égal à m, on aurait

$$\cos m \sqrt{2gh}$$

pour la quantité par laquelle il faudrait multiplier l'aire de l'orifice afin d'obtenir la dépense. J'avais trouvé ce résultat dans un Mémoire imprimé en 1862. »

OPTIQUE. — *Nouveau procédé de détermination des indices de réfraction des corps transparents à faces parallèles.* Note de **M. Croullebois**, présentée par M. Balard.

« Nous avons l'honneur de soumettre à l'Académie la disposition d'un appareil qui diffère de celle que M. Pichot a adoptée dans le réfractomètre. C'est pourquoi nous jugeons à propos d'attribuer un nom nouveau à l'instrument dont nous avons fait usage. Nous l'appelons *réfringomètre*.

» Le réfringomètre et le réfractomètre reposent tous deux sur le même principe, et ils sont destinés à satisfaire aux mêmes besoins. Ils servent à déterminer l'indice de réfraction d'une lame à faces parallèles ou d'un liquide renfermé dans une auge étroite à faces parallèles, en mesurant la quantité dont se trouve rejeté latéralement, dans un sens ou dans l'autre, un rayon lumineux qui la traverse obliquement.

» Il existe, en effet, une relation entre l'angle d'incidence, l'épaisseur de la lame, le transport latéral du rayon et l'indice de réfraction de la substance de la lame. Cette relation, facile à calculer, est exprimée par la formule suivante :

$$n = \sin i \sqrt{1 + \left(\frac{e \cos i}{e \sin i - t}\right)^2}.$$

» Il n'existe qu'une légère différence entre les procédés de M. Bernard et de M. Pichot : elle porte sur la manière d'estimer le transport t.

» Quand il y a eu rotation de la lame, la mire quitte la croisée des fils. M. Pichot l'y ramène par le mouvement d'une vis micrométrique, et mesure ainsi t sans changer la direction de l'axe optique de la lunette. M. Bernard, au contraire, tient la fente fixe et rend la lunette mobile; au lieu de mesurer le déplacement de la mire, il estime le déplacement de la lunette. Mais ces deux déplacements sont évidemment égaux, de telle sorte que la même formule convient, pour la détermination de n, dans l'usage du réfractomètre de M. Bernard ou de M. Pichot.

» Pour déterminer l'indice de réfraction par rapport à une couleur de longueur d'onde déterminée, ces deux physiciens éclairaient la fente avec de la lumière prismatique. L'expérience ainsi conduite exige plusieurs précautions pénibles, entre autres celle d'intercaler rigoureusement une raie

obscure entre les bords très-rapprochés de la fente. Nous proposons aujourd'hui de substituer au réfractomètre une disposition plus commode. Cette disposition consiste à produire un spectre très-étalé derrière la fente et à opérer alors directement sur les raies de Frauenhofer qui se trouvent à la portée de l'expérimentateur.

» A cet effet, nous installons sur un même plan horizontal quatre pièces dans l'ordre suivant :

» 1° Une fente fine éclairée dans toute son étendue par la lumière solaire et rendue bien verticale;

» 2° Un prisme en sulfure de carbone dans la position de la déviation minima, escorté d'une lentille cylindrique à long foyer;

» 3° La lame transparente dont on cherche l'indice;

» 4° Une loupe de Fresnel, munie d'un fil réticulaire, et installée sur la vis micrométrique d'une machine à diviser.

» La lentille cylindrique se trouve placée à une distance de la fente double de sa distance focale principale. On recueille ainsi un très-bon spectre, à une distance de la fente égale à quatre fois la longueur focale de cette lentille. Le prisme engendre autant de foyers virtuels de la fente qu'il y a de couleurs élémentaires dans la lumière complexe du soleil. Ces foyers virtuels, comme l'apprend la théorie, sont aussi éloignés du prisme que la fente elle-même. Ils sont eux-mêmes foyers conjugués, par rapport à la lentille cylindrique achromatique, des différentes couleurs du spectre.

» Nous avons choisi le prisme à sulfure de carbone, parce que ce liquide donne une dispersion supérieure au double de celle qui est produite par un prisme du meilleur flint. Rien n'est plus facile que d'improviser rapidement et à bon marché des prismes de cette nature.

» Les différentes pièces du réfringomètre disposées dans l'ordre indiqué précédemment, l'expérience peut être conduite à la manière de M. Bernard ou de M. Pichot : à la manière de M. Bernard, en translatant la loupe sur la vis micrométrique de la machine à diviser; à la manière de M. Pichot, en déplaçant latéralement la fente dans un sens convenable, parce qu'alors le foyer virtuel, par rapport au prisme de la raie obscure que l'on a visé, se trouve déplacé de la même quantité que la fente primitive. Le lecteur reconnaît aisément que l'on peut estimer avec rapidité les déplacements de deux ou plusieurs raies voisines. C'est là un des avantages du *réfringomètre*.

» Avec la disposition que nous proposons, nous avons un bon moyen de contrôle à l'égard des expériences de M. Bernard et de M. Pichot, et, de

plus, un auxiliaire actif pour ajouter de nouveaux faits à ceux qui ont été obtenus par ces physiciens distingués.

» Nous avons déjà tenté ce contrôle pour plusieurs substances; mais nous projetons de prendre avec cet appareil l'initiative de certaines expériences, destinées à éclairer la théorie expérimentale de la surface isochromatique de M. Bertin et de la surface de l'onde de Fresnel. Dans cette voie, nous sommes guidé par un travail remarquable de M. Billet. Nous ferons prochainement connaître à l'Académie les résultats que nous avons obtenus dans cette direction.

» Pour la recherche des indices des liquides, nous ne préconisons ni le réfractomètre ni le réfringomètre. Nous en donnons de suite la raison. Au mois de janvier dernier, nous avons communiqué à l'Académie une Note détaillée, dans laquelle nous exposons la première application connue de la méthode interférentielle d'Arago à la détermination des indices des liquides; et, comme on sait, aucune méthode ne peut dépasser cette dernière en sensibilité. »

PHYSIQUE. — *Sur la distribution de la chaleur et, en général, du travail, dans les appareils d'induction; par* **M. F.-P. Le Roux.**

« Le courant électrique produit deux sortes de travaux : intérieurs ou extérieurs au circuit proprement dit. Les travaux intérieurs existent seuls quand le courant est à l'état de régime permanent; les travaux extérieurs viennent se joindre aux premiers lorsque le courant est variable, et réciproquement. On peut affirmer que les physiciens sont aujourd'hui d'accord sur les lois qui régissent le travail des courants à l'état permanent; mais il n'en est pas de même pour celles qui conviennent à l'état variable. Depuis quinze ans au moins, un grand nombre de physiciens, MM. Clausius, Matteucci, Favre, Soret, et d'autres encore, se sont préoccupés à différents points de vue de cette importante question. En 1857, j'ai eu moi-même l'honneur de soumettre à l'Académie un Mémoire relatif à la distribution du travail dans les circuits traversés par des courants avec accompagnement d'actions extérieures (1). Le but que je m'étais proposé était celui-ci : étant donnés un circuit et un système de corps avoisinants, puis une quantité de travail mise en jeu dans l'ensemble, rechercher une

(1) *Comptes rendus*, 1857, 2e semestre, t. XLV, p. 414, et *Annales du Conservatoire des Arts et Métiers*, t. I, p. 582.

relation qui permette de prévoir la répartition de ce travail entre les diverses parties du circuit proprement dit et les corps influençants ou influencés. J'ai cru dès lors pouvoir affirmer que les phénomènes s'expliquaient par des lois analogues à celles qui conviennent à l'état permanent, mais en étendant la signification des variables, notamment en modifiant le terme *résistance*, tel qu'il est défini dans l'étude des courants à l'état permanent, par l'adjonction d'un autre terme correspondant, pour chaque portion du circuit, au travail extérieur positif ou négatif auquel elle pouvait donner lieu : c'est cette quantité que j'ai appelée la *résistance dynamique* de la portion de circuit considérée.

» Depuis cette époque, plusieurs physiciens, parmi lesquels on doit distinguer particulièrement M. Soret, de Genève, ont étudié expérimentalement la même question sous des faces diverses. Leurs travaux ne m'ont pas trouvé inattentif, mais je n'y ai rien vu jusqu'ici qui fût en contradiction avec mes conclusions antérieures. Cependant la question a été récemment reprise par deux physiciens français, MM. Jamin et Roger, précisément dans les conditions où j'avais été amené à la considérer, c'est-à-dire à propos de l'étude des machines magnéto-électriques; or on trouve dans leurs communications, à côté de résultats entièrement d'accord avec la théorie que j'avais proposée, une condamnation bien dure, en supposant même qu'elle eût été juste, de cette même théorie.

» En effet, dans leur communication du 22 mars dernier, ces deux physiciens ont commencé par déclarer que « leurs formules étaient en désac-» cord complet avec celles que j'avais proposées »,... « qu'ils croyaient » démontrer que ma théorie n'était pas fondée »,... « que la base même de » mon raisonnement était inexacte. » Je n'ai pas relevé alors les reproches formulés par MM. Jamin et Roger : il y avait méprise évidente de leur part, et j'étais persuadé que, dans la suite de leur travail, ces deux savants trouveraient l'occasion de revenir sur leur jugement.

» Cependant, dans leur dernière Note, en date du 3 mai dernier, après avoir exposé les nouveaux résultats qu'ils viennent d'obtenir (et qu'il me soit permis de dire en passant que je les trouve d'accord avec ma théorie), ils ajoutent, en parlant de la chaleur C′ dégagée par un courant variable dans une bobine à fer doux : « On remarque que la chaleur C′ est propor-» tionnelle au carré de l'intensité, de sorte que la bobine développe autant » de chaleur que le ferait un fil non replié, neuf fois et demie plus résistant » qu'elle; autant que si elle avait elle-même, comme l'a pensé M. Le Roux, » pour des courants interrompus, une résistance *dynamique* neuf fois et demie

» égale à la résistance *statique* qu'elle oppose au passage des courants con-
» tinus. *Mais cette interprétation est inexacte.* Nous allons prouver que l'ex-
» cès de chaleur trouvé dans la bobine a été produit, non dans le fil, mais
» dans les fers doux qu'il enveloppe. »

» Là encore il y a méprise : MM. Jamin et Roger ont cru que cette expression, *résistance dynamique*, j'avais voulu l'appliquer au fil lui-même, tandis que, précisément, j'avais imaginé ce terme pour représenter les causes extérieures d'absorption ou de transformation du travail sous toutes ses formes. On peut constater que j'ai toujours séparé la *résistance statique* R d'une portion donnée d'un circuit de sa *résistance dynamique* r. Il me suffira, pour le prouver, de citer quelques lignes du Mémoire (*Annales du Conservatoire des Arts et Métiers*, t. I, p. 599) :

« Au point de vue de l'effet utile des machines qui nous occupent, si
« l'on décompose l'expression $\frac{T_0(R+r)}{[\Sigma(R+r)]^2}$, on y trouve d'abord la quantité
» $\frac{T_0 R}{[\Sigma(R+r)]^2}$ qui représente une quantité de travail *transformée en chaleur*
» *dans le conducteur lui-même*..... La quantité $\frac{T_0 r}{[\Sigma(R+r)]^2}$ est la partie *utili-*
» *sable* du travail mis en jeu, etc..... »

» Ce passage ne peut laisser aucun doute sur l'application des notations que j'ai employées. J'ai d'ailleurs été suffisamment explicite au sujet de la chaleur transportée dans les fers doux. On trouve en effet en continuant la citation :

«.... Je dis *utilisable*, parce que r se compose de deux parties : l'une est
» relative à la force vive utile de certaines parties du mécanisme ; l'autre
» mesure l'effet des interruptions du courant, c'est-à-dire les pertes de
» travail utile dues à l'étincelle et à *l'échauffement des masses de fer soumises*
» *à l'influence du courant.* »

» En résumé, les critiques de MM. Jamin et Roger s'appliquent à une opinion qu'ils m'ont attribuée à tort; quant aux résultats de leurs observations, ils sont jusqu'ici d'accord avec la théorie que j'ai proposée. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Sur des moyens de reconnaître l'âge d'une écriture faite avec une encre à base de fer.* Note de **M. F. Carré**, présentée par M. Jamin.

» J'ai l'honneur de porter à la connaissance de l'Académie un moyen de connaître, avec une approximation assez grande, l'âge de l'encre d'une écri-

ture; il consiste, soit à prendre copie à la presse de l'écrit à dater, en remplaçant l'eau par une solution faible d'acide chlorhydrique, soit à le soumettre à un lavage prolongé dans la même solution.

» Les encres à base de fer subissent, avec le temps, une altération qui se révèle par un ton jaunissant, d'autant plus prononcé que l'écriture est plus ancienne; la substance organique tend de plus en plus à disparaître, pour ne laisser qu'un composé de fer dans un état tel, qu'il devient partiellement inattaquable aux acides lorsque l'écriture est suffisamment âgée.

» En imprégnant un papier non collé d'une solution au douzième en volume de l'acide chlorhydrique du commerce, on obtient à la presse ordinaire des copies d'écritures de huit à dix ans, presque aussi facilement qu'on obtient au moyen de l'eau la copie d'une écriture du jour; la faculté de donner des copies acides s'atténue avec le temps, de sorte qu'une écriture de trente ans ne m'a plus donné qu'une copie illisible, et qu'un acte authentique daté de 1787 n'en a donné que des traces à peine perceptibles.

» Au lavage, l'inverse se produit : des écritures de quelques mois à dix ans ont disparu, sans laisser de traces, après une immersion de quelques heures à quelques jours dans la même solution, tandis qu'une écriture de trente ans est restée lisible après une macération de quinze jours. La substitution des acides oxalique, sulfurique et azotique à l'acide chlorhydrique n'a rien changé à ce dernier résultat.

» Le premier des deux procédés est commode pour obtenir des copies devenues absolument impossibles avec l'eau. Pour prévenir l'altération du papier, on neutralise le peu d'acide qui y reste en passant la feuille pendant quelques secondes au-dessus d'une capsule contenant une solution aqueuse d'ammoniaque.

» Ces expériences ont été vérifiées au Laboratoire des recherches physiques de la Sorbonne. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Expériences sur les limons charriés par les cours d'eau.* Note de **M. H. Mangon**, présentée par M. Peligot. (Extrait par l'auteur.)

« J'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie, il y a quelques années (1), un Mémoire sur la proportion et la nature des limons charriés par les cours

(1) *Comptes rendus*, 1863, t. LVII, p. 904.

d'eau. L'intérêt du sujet pour la formation de la terre arable, pour la pratique des travaux de colmatage et d'irrigation et enfin pour certaines études de physique du globe, m'a engagé à poursuivre ces recherches.

» Mon premier Mémoire avait pour objet les limons de la Durance, de la Loire et de quelques-uns de ses affluents. Mon nouveau travail s'applique aux limons du Var, de la Marne et de la Seine.

» La proportion de la composition des limons charriés par un cours d'eau varie d'un jour à l'autre. On est donc obligé de procéder par longues séries d'observations journalières, pour obtenir des résultats véritablement utiles. Ces expériences sont fort laborieuses et se traduisent par des tableaux numériques qui occupent plus de 130 pages dans le Mémoire actuel.

» Il serait impossible de résumer ici d'une manière complète des documents aussi étendus ; je me bornerai à citer quelques chiffres relatifs à chacun des trois cours d'eau sur lesquels ont porté les observations.

» Le tableau suivant contient le résumé mensuel du poids moyen du limon par mètre cube d'eau et du poids total de ce limon ; on trouvera dans le Mémoire les analyses chimiques des produits :

MOIS d'observation.	LE VAR (1864-1865).		LA MARNE (1863-1864).		LA SEINE (1863-1864).	
	Poids moyen du limon par mètre cube d'eau.	Poids total du limon entraîné.	Poids moyen du limon par mètre cube d'eau.	Poids total du limon entraîné.	Poids moyen du limon par mètre cube d'eau.	Poids total du limon entraîné.
Septembre ...	740^{gr},295	57565350^{k}				
Octobre......	8499,763	13086643564				
Novembre....	545,851	764016602	69^{gr},568	23860132^{k}	46^{gr},409	28753675^{k}
Décembre....	270,524(*)	188154706(*)	152,357	46174655	48,721	25273776
Janvier	52,201(*)	4487612(*)	61,057	15098589	18,313	8303095
Février.......	53,228	5472726	100,245	32830182	9,632	4090319
Mars.........	375,215	45061851	106,717	39195654	26,689	16828777
Avril........	392,697	71929559	27,798	5598505	7,345	3091722
Mai..........	521,412	124337998	20,197	1677044	7,679	2425596
Juin........	11157,037	2906363607	12,512	1483960	8,193	3119746
Juillet.......	1672,908	273179196	8,487	608413	4,830	1259553
Août.......	2229,914	195554564	7,466	408790	3,530	602901
Septembre ..			6,643	461206	6,071	1157578
Octobre......			4,590	287146	3,935	720694
Totaux....		17722767335		168684376		95627432

(*) Les flacons contenant la moitié des échantillons de ces deux mois ont été brisés en route par la gelée.

» Les expériences sur les eaux du Var ont été poursuivies du 1er septembre

1864 au 31 août 1865. La plus petite proportion de limon par mètre cube d'eau a été de 9^{gr},15, le 9 janvier 1865; la plus forte proportion a été de 36617^{gr},14 par mètre cube d'eau, le 30 juin 1865.

» La proportion moyenne du limon, calculée en divisant le poids total du limon entraîné par le volume total de l'eau écoulée, est de 3577 grammes par mètre cube. Cette forte proportion de matières solides en suspension n'a rien de surprenant, si l'on se rappelle que la pente moyenne du Var atteint 5 millimètres par mètre sur la plus grande partie de son cours, et que son débit en grandes crues est, dit-on, égal à plus de 140 fois celui de l'étiage.

» Le poids total du limon entraîné pendant l'année des observations est de 18 000 000 de tonnes environ, formant un volume de plus de 11 000 000 de mètres cubes, suffisant pour colmater 5500 hectares sur une épaisseur de 20 centimètres. Les travaux en cours d'exécution sur le Var permettront d'utiliser à l'avenir une partie de ces riches alluvions.

» Les limons du Var contiennent à peu près le tiers de leur poids de carbonate de chaux et une proportion d'azote très-variable d'un jour à l'autre, mais peu différente, en moyenne, de celle obtenue pour les limons de la Durance. Outre les limons, le Var, pendant l'année des observations, a porté à la mer 792 000 tonnes de matières solubles.

» Les observations relatives aux limons de la Marne ont été commencées le 1er novembre 1863 et terminées le 28 février 1865. Les chiffres détaillés se trouvent dans le Mémoire pour toute cette période. On donnera seulement ici les résultats obtenus du 1er novembre 1863 au 31 octobre 1864. L'eau était puisée vis-à-vis l'entrée du souterrain de Saint-Maur.

» La plus faible proportion de trouble observée dans l'eau de la Marne a été de 2 grammes par mètre cube de liquide, le 6 octobre 1864. La plus forte proportion a été de 515^{gr},75 par mètre cube, le 4 décembre 1863. La moyenne générale de l'année a été de 74 grammes par mètre cube.

» Ce poids, qui forme à peine les deux centièmes de celui du limon contenu dans l'eau du Var, établit nettement la différence qui existe, sous ce rapport, entre un cours d'eau tranquille et un cours d'eau torrentiel.

» Le poids total de limon transporté par la Marne pendant l'année considérée a été de 168684 tonnes, formant un volume de 105427 mètres cubes environ. Ce volume, relativement peu considérable, suffirait cependant au limonage de surfaces fort étendues, en raison de la richesse de ce limon comme matière fertilisante.

» La composition chimique du limon de la Marne varie beaucoup d'une

époque à l'autre. La proportion de carbonate de chaux, par exemple, peut passer de 7,42 à 38,13 pour 100, selon le point du bassin où la crue prend naissance.

» La proportion d'azote est généralement assez forte, comme il arrive presque toujours pour les limons peu abondants, fins et riches en matières organiques.

» Les matières solides en dissolution dans l'eau de la Marne forment, en une année, un poids de 552 480 tonnes, qui ajouté au poids des matières en suspension forme un poids total de 721 164 tonnes. Dans cet exemple, les matières solubles pèsent plus de 3 fois autant que les matières en suspension.

» Les eaux de la Seine qui ont servi aux expériences ont été puisées à Port-à-l'Anglais, en amont de l'embouchure de la Marne.

» Les observations ont été régulièrement poursuivies du 1er novembre 1863 au 31 octobre 1866, c'est-à-dire pendant trois années entières. C'est la série la plus longue et la plus complète d'observations de cette espèce qui existe à ma connaissance.

» Le poids moyen du limon contenu dans un mètre cube d'eau de Seine, déduit de cette longue série, est de $39^{gr},663$. Le poids le plus faible obtenu a été de $1^{gr},35$ par mètre cube d'eau, le 28 juillet 1864, et le poids le plus fort de $2738^{gr},20$ par mètre cube, le 24 septembre 1866. Ce chiffre me paraît excessivement élevé, et je ne le cite qu'avec réserve. Mais on a trouvé plusieurs fois plus de 500 grammes de limon par mètre cube d'eau, et en particulier le 17 août 1866, le poids des matières en suspension s'est élevé à $626^{gr},12$ par mètre cube de liquide.

» Le poids total de limon charrié a été de 207 463 tonnes par année moyenne (l'année portée au tableau ci-dessus est la plus faible des trois), représentant un volume de 129 600 mètres cubes environ.

» Les matières dissoutes dans l'eau de Seine forment par année moyenne un poids de 1 110 687 tonnes. Si l'on ajoute à ces deux derniers chiffres les nombres correspondants indiqués pour la Marne, on trouve que la Seine, à Paris, entraîne sous nos yeux chaque année, et sans qu'on le remarque pour ainsi dire, 2 039 314 tonnes de matières solides, poids à peu près égal à la totalité des marchandises transportées sur le fleuve.

» La compositiou chimique du limon de la Seine est moins variable que celle du limon de la Marne. Cependant la proportion de bicarbonate de chaux varie de 12,55 à 33,45 pour 100. La proportion moyenne d'azote pour 100 est un peu plus forte que dans les limons de la Marne.

» En résumé, les cours d'eau, comme d'infatigables terrassiers, enlèvent sans cesse aux continents d'énormes volumes de terre la plus fertile, pour les jeter dans la profondeur des mers. Il importe à l'agriculture de détourner à son profit cet immense labeur des eaux, en l'utilisant au colmatage et au limonage de nos terres arables. »

CHIMIE. — *Deuxième Note sur la sursaturation, la surfusion et la dissolution; par* M. DUBRUNFAUT. (Extrait.)

« Notre interprétation des faits de sursaturation nous a été inspirée dès l'année 1846 par notre découverte de la double rotation moléculaire des dissolutions du glucose dextrogyre (*Comptes rendus*, 1846, t. XXIII, p. 38). Cette observation établissait l'existence de deux propriétés spécifiques distinctes dans une même substance; mais l'une de ces propriétés était seule persistante, tandis que l'autre était transitoire et provenait incontestablement de l'état cristallin qui avait précédé la dissolution. En d'autres termes, la rotation double était celle qui était propre à l'agrégation cristalline du glucose mamelonné, tandis que la rotation simple était celle qui était connue et attribuée au glucose dissous. Dès ce moment, il n'était plus possible d'admettre que le glucose cristallisé fût chimiquement identique avec le même glucose pris à l'état de dissolution dans l'eau. Telle est l'origine des vues théoriques que nous nous sommes efforcé de justifier par l'expérience et le raisonnement depuis vingt-trois ans. Ces vues ont trouvé un appui nouveau dans la découverte de la double rotation du sucre de lait. En publiant cette observation (*Comptes rendus*, 1856, t. XLII, p. 228) nous avons montré que les variations de rotation de la lactine et du glucose se trouvaient liées à des variations de solubilité des deux substances actives, variations qui se produisent dans le même sens, c'est-à-dire que le pouvoir rotatoire le plus grand pour chaque substance accompagne la solubilité la plus faible.

» Dans la même année, M. Béchamp avait cru reconnaître la cause des deux rotations du glucose dans les deux équivalents d'eau qui distinguent les deux états cristallins de cette substance. En réfutant cette interprétation (*Comptes rendus*, 1856, t. XLIII, p. 739) nous avons démontré que la rotation moléculaire double appartient au glucose cristallisé indépendamment des deux équivalents d'eau en question, et que l'erreur de M. Béchamp venait de ce qu'il avait fondu le glucose avant de le dissoudre; il avait ainsi détruit le groupement moléculaire de l'agrégation cristalline dans lequel réside la double rotation, et il ne pouvait plus, dès lors, l'observer dans la disso-

lution transitoire. Le glucose fondu, c'est-à-dire amené à l'état amorphe, possédait la rotation simple du glucose dissous. Ces explications ont été alors rattachées à l'interprétation des faits connus de sursaturation, de sorte que notre Note du 19 avril dernier, en ce qui concerne les vues théoriques, n'est guère que la reproduction de nos publications de 1856. Comprend-on maintenant qu'on nous accuse d'avoir emprunté à une publication scientifique de M. Berthelot, faite en 1860, le fond et la forme des vues théoriques qui ont été publiées en 1856 dans les *Comptes rendus*.

» La lactine cristallisée, qui est peu soluble à + 15 degrés, peut acquérir une solubilité quatre à cinq fois plus grande quand elle a subi la modification que lui imprime la dissolution ou la fusion. Elle peut aussi, dans ce cas, rester temporairement en dissolution dans l'alcool, où elle est presque insoluble à l'état normal; et quand elle se précipite spontanément de cette solution, elle affecte au moins partiellement une constitution transitoire amorphe avant de retourner à l'état cristallin. Des faits analogues se produisent pour le glucose. On est ainsi autorisé à admettre que l'état physique et chimique qu'affectent le glucose et la lactine dans les solutions sursaturées est l'état amorphe, en ne perdant pas de vue que, dans cet état, les deux substances et leurs dérivés possèdent la plus grande solubilité et la rotation la moins grande.

» Quoique le sucre de canne n'offre pas la double rotation observable, il n'en possède pas moins la rotation simple, la sursaturation et des solubilités différentes dans l'eau et dans l'alcool, selon les variations de son état moléculaire. Il offre aussi, comme le glucose et le sucre de lait, les deux états physiques distincts : cristallin et amorphe. Il offre le premier dans le sucre prismatique et l'autre dans le sucre connu sous le nom de *sucre caramel* ou *sucre d'orge*. Ce dernier correspond évidemment à la modification moléculaire qui est produite par la fusion ou la dissolution (1).

» Ainsi, voilà trois substances différentes dont les propriétés physiques et chimiques se coordonnent dans le même sens dans les deux conditions de saturation et de sursaturation. N'est-on pas autorisé à conjecturer que l'état cristallin répond à la première condition quand l'état amorphe justifie la seconde?

» L'interprétation des faits offre plus de difficultés pour toutes les so-

(1) Une solution saturée de sucre d'orge à + 13° possède une densité égale à 1400, quand la densité d'une dissolution saturée de sucre non modifiée n'est que 1300.

lutions salines sursaturées dont le sulfate de soude est le type. Ce sel offre en effet des exceptions aux lois générales qui régissent la solubilité en fonction de la température, et il est ainsi plus difficile de reconnaître dans ces conditions ce qui appartient en propre à la sursaturation proprement dite; on manque aussi totalement, dans ce cas, de l'auxiliaire si utile des observations optiques. Il ne reste donc ainsi comme moyen d'investigation que la solubilité déduite des densités diverses qu'offrent les solutions dans les différents états. La constitution chimique des sels qui se séparent des solutions sursaturées n'a pas une valeur absolue pour permettre de conclure l'état de ces sels dans les conditions de sursaturation, puisque, dans tous les cas, la force de cristallisation les isole au moment physique où l'état de sursaturation cesse.

» A ce point de vue, si notre interprétation de l'expérience de Lœwel manque d'une base solide pour déterminer l'état réel du sulfate de soude dans la solution sursaturée, l'interprétation de M. Lecoq de Boisbaudran n'a pas une base plus solide, puisqu'elle s'appuie, comme la nôtre, sur des faits qui s'observent dans les conditions diverses où la sursaturation cesse.

» Ce qui est hors de doute et de discussion pour le sulfate de soude en dissolution sursaturée, c'est qu'il a perdu sa constitution primitive de sel à 10 équivalents d'eau. Sa solubilité a ainsi décuplé pour la température de zéro. Et c'est à l'influence de l'eau qu'il doit cette modification, quoique le calorique puisse en régler l'exercice, ainsi qu'on l'observe si clairement pour le glucose et la lactine. Voici, du reste, ce que des expériences récentes nous ont enseigné sur cette question.

» Le sulfate de soude à 10 équivalents d'eau peut, à la température de + 18 degrés, donner immédiatement à l'eau une densité de 1120, l'eau étant 1000 degrés. Cette densité ne change pas par le repos ni par le contact des cristaux; c'est celle qui convient à la saturation normale du sulfate pour la température spécifiée.

» Si l'on fait naître la sursaturation de l'eau à + 103 degrés, comme on a l'habitude de le pratiquer et qu'on fasse cesser ensuite cet état par les moyens connus, l'eau mère prend la densité normale de saturation, c'est-à-dire 1120 environ à la température de + 18 degrés. Il en est de même de l'eau mère des cristaux formés après saturation à + 33 degrés.

» Si l'on attaque par de l'eau à + 18 degrés du sulfate anhydre produit par une simple dessiccation, la densité de la solution initiale atteint 1157 pour s'élever après cinq à six heures de contact, avec un excès de sel, à 1167;

puis elle s'affaiblit progressivement pour retomber, après vingt-quatre heures, à la densité normale de 1120 à + 18 degrés.

» Le sel anhydre vitrifié par la fusion ignée paraît un peu plus soluble dans les mêmes conditions, puisque la densité initiale de sa solution, qui est de 1167, atteint le maximum de 1180 et retombe, après vingt-quatre heures, à 1120.

» Nous n'avons pu encore opérer sur le sel à 7 équivalents d'eau; mais il est certain, d'après les faits connus, qu'il possède une solubilité moindre que celle du sulfate anhydre, et qu'il donnerait comme les autres une eau mère à la densité de 1120.

» Il n'y a là qu'un terme de solubilité fixe: c'est celui que donne le sulfate à 10 équivalents d'eau et qui est représenté par la densité de 1120 à + 18 degrés, et quelles que soient les modifications produites dans les dissolutions soit par la température, soit par la sursaturation, les eaux mères retournent toujours, sous l'influence d'un temps suffisant, à cette densité normale et invariablement fixe de 1120. En considérant la solubilité anormale du sulfate anhydre séché ou fondu, et en rapprochant l'état amorphe de ce sel de celui qui caractérise les sucres à l'état de sursaturation, n'est-on pas autorisé à admettre que la constitution moléculaire du sulfate anhydre serait, de préférence à tout autre état connu et défini, celui qui expliquerait et justifierait le mieux la constitution des solutions sursaturées.

» Le calorique joue évidemment un grand rôle dans les faits de sursaturation, comme dans tous les phénomènes chimiques et physiques, et l'on devra en tenir compte pour expliquer toutes les modifications qui accomplissent un véritable travail moléculaire accompagné de phénomènes thermiques positifs et négatifs. Dans la généralité des cas, la dissolution des sels, de même que la dissolution des substances sucrées qui produisent la sursaturation, est accompagnée d'abaissements de température. Ces faits, interprétés à l'aide de la théorie mécanique de la chaleur, présupposent une transformation de la chaleur en travail mécanique moléculaire dans les conditions de la sursaturation. Lorsque cet état cesse, au contraire, la température s'élève, et ce fait implique une transformation inverse du travail mécanique en chaleur, par suite du retour de la molécule saline à sa constitution primitive.

» Tous les faits de surfusion et de sursaturation s'expliquent bien par des changements de constitution physique et chimique produits par la fusion ou la dissolution, et dans tous les cas il y a une influence réelle de la cha-

leur et par suite de la température. L'hypothèse la plus vraisemblable que l'on puisse faire dans l'état actuel de la science, pour justifier les deux états moléculaires distincts d'une même substance, est celle que nous avons admise et l'on doit s'efforcer d'en rechercher les causes dans les deux états antagonistes connus de la matière : l'état cristallin et l'état amorphe.

» Provisoirement, il n'est plus possible d'expliquer la sursaturation et la surfusion par l'état d'inertie des molécules matérielles. La cause de ces phénomènes rentre dans la théorie générale de la saturation, qui est stable et fixe pour une même substance chimique prise à une même température, ainsi que l'a établi Gay-Lussac.

» Nous démontrerons ultérieurement que ce que l'on appelle la *sursaturation des liquides par les gaz* s'explique également par une modification moléculaire des gaz, produite par la dissolution. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une source nouvelle des premiers termes des acides de la série grasse, entre autres de l'acide propionique.* Note de **M. Barré**, présentée par M. Balard.

« La distillation sèche du bois produit un liquide très-acide, d'où l'on extrait, comme on sait, l'acide acétique en grande quantité. Pour purifier celui-ci, on sature généralement le liquide obtenu par le carbonate de soude, et l'on obtient, par la concentration des liqueurs, de l'acétate de soude cristallisé et des eaux mères. Ces eaux mères répandent à l'air une forte odeur de mélasse. Arrivées à un certain degré de concentration, elles n'abandonnent plus de cristaux d'acétate de soude. Si l'on continue l'évaporation, elles se prennent en une masse de cristaux confus et hygrométriques. C'est cette matière que j'ai soumise à un nouvel examen. J'ai reconnu d'abord qu'elle renferme des acides plus élevés dans la série que l'acide acétique. En effet, traitée par de l'acide sulfurique, elle se décompose en formant deux couches liquides que l'addition d'eau confond en une seule.

» Au lieu de séparer ces acides par des distillations fractionnées, j'ai préféré opérer sur leurs éthers. Après avoir séparé ces éthers en portions volatiles :

1°...............	Entre	55°	et	58°
2°...............	»	74	»	77
3°...............	»	95	»	98
4°...............	»	114	»	119
5°...............	»	133	»	136
6°...............	»	162	»	165

» Je les ai saponifiés par la baryte.

» I. Le sel de baryte, provenant de l'éther bouillant de 55 à 58 degrés, chauffé avec de l'acide sulfurique monohydraté, a dégagé de l'oxyde de carbone pur. Ce sel réduisait à l'ébullition le nitrate d'argent, formait avec le perchlorure de mercure un précipité blanc de protochlorure, etc. Il présentait en outre les caractères cristallographiques du formiate de baryte. L'éther formé était donc de l'éther éthylformique presque pur.

» II. Le sel de baryte n° 2 était de l'acétate, comme on pouvait le prévoir.

» III. Le sel de baryte n° 3, purifié par plusieurs cristallisations successives, s'est présenté sous la forme de prismes obliques parfaitement définis.

» Ce sel sec est inaltérable au contact de l'air. Sa dissolution, abandonnée au contact de l'atmosphère, dégage une légère odeur spéciale en éprouvant un commencement de décomposition. Le sel desséché à 100 degrés, en même temps qu'il perd son eau de cristallisation, se décompose lentement et se transforme en un sel insoluble dans l'eau. Ce n'est que par une évaporation à une très-basse température, sous une cloche dont l'atmosphère était desséchée par de l'acide sulfurique, qu'il a été possible d'obtenir un sel sensiblement pur.

» L'analyse a fourni 50,7 de baryte pour 100 de sel employé. Or le propionate de baryte, ainsi que l'indique la formule connue $C^6H^5BaO^4.HO$, renferme 50,7 pour 100 de baryte.

» Le sel de plomb desséché à 110 degrés a donné une masse transparente, sirupeuse, incristallisable.

» IV. Le sel de baryte n° 4 se présentait sous la forme de prismes aplatis, fusibles au-dessous de 100 degrés. Soumis à l'analyse, il a fourni 44,0 pour 100 de baryte; le butyrate de baryte $C^8H^7BaO^4.2HO$ en renferme 44,6. Ce sel, traité par l'acide chlorhydrique et le chlorure de calcium, se décompose et laisse nager à la surface du liquide une couche d'acide butyrique. Traité par un mélange d'alcool et d'acide sulfurique, il forme de l'éther éthylbutyrique présentant l'odeur d'ananas caractéristique.

» V. L'éther n° 5, traité comme les précédents, a donné un sel cristallisant en lames minces, s'effleurissant rapidement au contact de l'air. Ces cristaux secs, projetés en poudre fine dans une capsule pleine d'eau, se meuvent en tous sens animés de mouvements giratoires très-rapides.

» Dissous de nouveau dans l'eau et traités par l'acide sulfurique, ils ont fourni un acide insoluble dans l'eau qui a distillé entre 172 et 178 degrés. Cet acide était de l'acide valérianique.

» VI. Le sel de baryte n° 6 était difficilement cristallisable. Sa dissolution, traitée par l'acide sulfurique, a mis en liberté un acide liquide plus léger que l'eau, peu soluble à froid, plus soluble à chaud, soluble en toutes proportions dans l'alcool, qui distillait entre 198 et 205 degrés. Saturé par une dissolution titrée de baryte caustique, son équivalent a été trouvé de 118,1, tandis que l'équivalent de l'acide caproïque est de 116. La différence d'équivalent tenait à la présence d'une petite quantité d'un acide bouillant à une température plus élevée, dont la présence empêchait la cristallisation nette du caproate.

» Les bois donnent donc, par leur distillation sèche, les six premiers acides de la série grasse. Si maintenant nous étudions les proportions relatives de ces divers acides, l'acide formique ne s'y rencontre qu'en très-petite quantité; l'acide acétique est le plus abondant de tous, puis la proportion relative de chacun d'eux diminue à mesure que l'on s'élève dans la série.

» L'acide propionique, dont le sel de soude est très-soluble dans l'eau, se trouve ainsi concentré dans les eaux mères de la préparation de l'acétate de soude. Ces eaux mères en renferment une quantité telle, qu'elles pourraient devenir une source abondante de cet acide, qui jusqu'ici est resté d'une préparation difficile. La transformation du sel de soude en éther éthylique en permettrait d'ailleurs la purification complète.

« Cette série de corps homologues produits par une seule réaction se rattache à une loi générale en chimie organique, celle des productions simultanées, soit dans l'ordre de l'analyse, les corps homologues se produisant par dédoublements successifs; soit dans l'ordre de la synthèse, les corps homologues se formant en sens inverse par additions successives. Ce travail a été fait au Collége de France, dans le Laboratoire de M. Berthelot. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les orages en Norvége.* Mémoire de **M. Mohn**, présenté par M. Le Verrier.

Le Directeur de l'Institut météorologique de Norvége a, depuis plusieurs années, organisé dans cette remarquable contrée l'étude de la marche des orages dans la même forme qu'en France, ainsi qu'il veut bien le dire. Les résultats des premières recherches ont été insérés dans l'Atlas météorologique de l'Observatoire impérial (année 1867, p. 12 D.). M. Mohn transmet aujourd'hui un Mémoire important concernant les orages de l'année 1868.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur le climat de l'isthme de Suez*. Extrait d'une Lettre de **M. Buys-Ballot** à M. Le Verrier.

« J'ai lu avec intérêt la Note de M. Rayet sur le climat de l'isthme de Suez (*Comptes rendus*, n° 18, 3 mai 1869). M. Rayet a remarqué très-judicieusement que le climat de l'isthme de Suez paraît subir une légère transformation, ayant pour cause l'arrivée de la mer dans le lac Timsah et dans le bassin des Lacs amers. Lorsque le lac de Harlem a été desséché sur une surface de 19000 hectares, j'ai déterminé la différence de température entre Swanbourg, aux bords de l'ancien lac, et le Helder, pour l'année 1852 et les sept suivantes. J'ai trouvé, comme cela est publié dans mon Mémoire sur la marche annuelle de la température et de la pression barométrique en été, que la température a relativement haussé d'un demi-degré et s'est abaissée en hiver. Quoique, pour déterminer un élément aussi variable que la quantité annuelle de pluie, une période, même de sept années, soit insuffisante (1), je ne doute pas que M. Rayet ait bien vu : sa conclusion est juste. »

Mme Guérineau écrit à l'Académie au sujet d'une rente annuelle qu'elle aurait le désir d'instituer, pour la fondation d'un prix à décerner au voyageur français qui aurait rendu le plus de services à l'histoire naturelle, particulièrement pour ce qui concerne l'alimentation de l'homme.

Cette Lettre sera renvoyée à la Commission administrative.

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en comité secret.

La séance est levée à 5 heures et demie.

É. D. B.

---

(1) Ainsi à Constantinople où rien n'a changé, la quantité annuelle de pluie a été en :

1860......	731mm	1864......	(quelques mois me manquent.)
1861......	428	1865......	831mm
1862......	582	1866......	1072
1863......	573	1867......	742

Les trois dernières années ont donné plus d'un tiers en plus.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 24 mai 1869, les ouvrages dont les titres suivent :

Traité d'Anatomie topographique, comprenant les principales applications à la pathologie et à la médecine opératoire; texte par M. V. PAULET, fascicules 1 à 3, in-8°; atlas par MM. V. PAULET et SARRAZIN, t. Ier et liv. 23 à 37; grand in-8°. (Adressé au concours des prix de Médecine et Chirurgie, 1869.)

Note additionnelle; par M. Charles DES MOULINS. Bordeaux; opusc. in-8°.

Essai sur les maladies du cœur chez les enfants; par M. H.-René BLACHE. Paris, 1869; in-8°. (Présenté par M. le Baron Cloquet pour le concours des prix de Médecine et Chirurgie, 1869.)

Théorie de la similitude des trajectoires décrites par les projectiles de l'artillerie; par M. MARTIN DE BRETTES. Paris, 1869; br. in-8°. (Présenté par M. Le Verrier.)

Notice sur le câble transatlantique; par M. le Comte Th. DU MONCEL. Paris, 1869; br. in-8° avec figures. (Présenté par M. Ed. Becquerel.)

Du diagnostic des maladies des yeux par la chromatoscopie rétinienne, précédé d'une étude sur les lois physiques et physiologiques des couleurs; par M. X. GALEZOWSKI. Paris, 1868; in-8° avec figures. (Présenté pour le concours des prix de Médecine et Chirurgie, 1869.)

Mémoire sur les filons de Przibram et de Mies; par MM. Michel LÉVY et J. CHOULETTE. Paris, 1869; in-8° avec planches.

Vomissements incoërcibles de la grossesse, guéris par les cautérisations du col utérin; par M. E. MAUNY. Saintes et Paris, 1869; br. in-8°. (Adressé au concours Barbier, 1869.)

Direction générale des Forêts. Météorologie forestière, année 1868. Nancy, 1869; br. in-8° avec tableaux.

Remarques sur les ectocardies à propos d'une variété encore non décrite, la trochocardie; par M. P.-F. DA COSTA ALVARENGA, traduit du portugais par le Dr A. MARCHANT. Bruxelles, 1869; br. in-8°.

Sauvetage des incendiés : application du précepte : « Aide-toi, le ciel t'aidera » ; *par* M. CHARRIÈRE. Paris, 1869, br. in-8°, avec figures.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 31 MAI 1869.

PRÉSIDENCE DE M. CLAUDE BERNARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

SÉRICICULTURE. — *Résultats des observations faites sur la maladie des morts-flats, soit héréditaire, soit accidentelle.* Lettre de **M. Pasteur** à M. Dumas.

« Alais, le 22 mai 1869.

» Vous vous rappelez que dans l'intéressante Lettre que M. Cornalia m'a adressée au mois de mars dernier, et qui a été insérée aux *Comptes rendus* de l'Académie, le savant Directeur du Musée de Milan a mis en doute le caractère héréditaire de la maladie des morts-flats. En France, un Membre de la Commission impériale de Sériciculture, M. Duseigneur, très-versé dans la connaissance de tout ce qui touche à l'industrie de la soie, partage la même opinion, qui est en désaccord avec les résultats d'expériences que j'ai publiés en 1868, à la suite des éducations précoces faites à Ganges et à Saint-Hippolyte, où j'avais institué divers essais concernant la question dont il s'agit. Dans mon Rapport au Ministre de l'Agriculture du mois d'août dernier, j'ai soutenu ma manière de voir, et j'ai même indiqué un caractère physique à l'aide duquel on peut facilement reconnaître les cocons dont les chrysalides et les papillons peuvent fournir une graine prédisposée à la maladie des morts-flats. Ce caractère consiste dans la présence d'un

petit ferment en chapelets de grains que j'ai, le premier, découvert dans la poche stomacale des chrysalides et des papillons.

» En vous envoyant la Lettre de M. Cornalia, je vous disais : « Pour dé-
» montrer à mon savant Confrère de l'Institut lombard que la maladie des
» morts-flats peut être héréditaire, il me suffira sans doute de lui faire par-
» venir plusieurs lots de graines en lui annonçant à l'avance que les vers
» qui en naîtront périront tous entre ses mains uniquement de la maladie
» des morts-flats. »

» J'ai satisfait à cet engagement dès le commencement du mois d'avril en adressant à M. Cornalia trois lots de graines provenant de papillons absolument exempts de corpuscules, mais dont plus de la moitié offraient le ferment précité. Je n'ai pas encore reçu de M. Cornalia les résultats de ses éducations, mais j'ai élevé moi-même ces trois lots de graines, ainsi que quatre autres sortes placées dans les mêmes conditions, c'est-à-dire pondues par des papillons dont un grand nombre montraient le ferment en chapelets de grains dans leur canal intestinal. Les résultats auxquels je suis arrivé ne peuvent laisser aucun doute sur le caractère héréditaire de la maladie dont je parle. Les sept lots de graines ont péri de cette maladie alors que des graines de même race et de même origine, mais dont les papillons producteurs étaient sains, ont donné de très-belles réussites. L'intensité du mal a été variable dans ces sept divers lots, c'est-à-dire que les uns ont présenté la maladie des morts-flats dès la troisième mue, et les autres seulement après la quatrième. Mais tous ont échoué : les meilleurs n'ont donné qu'un petit nombre de cocons.

» L'hérédité de la maladie des morts-flats, dans des circonstances bien déterminées, est donc un fait acquis à la science et à la pratique, et, en outre, il est facile de la prévenir en rejetant tout grainage dont les chrysalides et les papillons offrent en plus ou moins grand nombre le ferment que j'ai figuré dans mon Rapport au Ministre de l'Agriculture.

» D'où vient ce ferment? et comment se fait-il qu'on le rencontre dans le canal intestinal de la chrysalide et nulle part ailleurs, dans aucun des tissus, pas plus que dans les œufs? Voici comment les choses se passent. La maladie des morts-flats est souvent accidentelle. Une trop grande accumulation des vers aux divers âges de l'insecte, une trop grande élévation de température au moment des mues, la suppression de la transpiration par les effets du vent que, dans le Midi, on appelle *marin*, un temps orageux qui prédispose les matières organiques à la fermentation, l'emploi d'une feuille échauffée et mal aérée, souvent même un simple changement subit

dans la nature de la feuille qui sert de nourriture aux vers, sont autant de causes propres à développer, quelquefois dans l'espace de vingt-quatre heures, la maladie des morts-flats. Elle se présente alors sous deux formes différentes, mais qui ont toutes deux une origine commune, à savoir : la fermentation de la feuille dans le canal intestinal des vers.

» Cette fermentation est toujours la conséquence de l'apparition, dans les matières du canal intestinal, de deux ferments organisés distincts. Ouvrez un ver, encore bien vivant, mais qui commence à présenter les symptômes de la maladie; examinez au microscope le contenu du tube digestif, vous y trouverez soit des vibrions, soit le ferment en chapelets de grains dont j'ai parlé précédemment, soit l'association de ces deux organismes que les vers sains ne montrent jamais. Or, toutes les fois que la maladie s'accuse par des vibrions, le ver meurt presque toujours avant de faire son cocon, rarement à l'état de chrysalide, et ce n'est que dans des cas plus rares encore que les papillons vivants offrent des vibrions.

» Mais il arrive fréquemment que la fermentation de la feuille dans le canal intestinal ne se montre que dans les derniers jours de l'âge de la larve, au moment où elle va filer sa soie, et qu'elle est en outre occasionnée seulement par le développement du ferment en chapelets de grains sans association avec des vibrions. Dans cette circonstance le ver devient chrysalide, la chrysalide devient papillon, et le papillon est fécond. Bien plus, rien absolument, ni dans son aspect, ni dans sa vigueur apparente, ni dans la quantité de graine qu'il peut fournir, n'annonce qu'il soit affaibli ou soumis à l'influence d'un mal caché. C'est alors pourtant que sa graine sera entachée de la maladie des morts-flats par hérédité à un degré plus ou moins marqué, suivant que la fermentation de la feuille dans l'intestin du ver aura duré plus ou moins de temps avant la montée à la bruyère.

» La maladie des morts-flats présente également le caractère contagieux au plus haut degré. Les poussières des magnaneries infectées, déposées à l'état sec sur les feuilles, provoquent une mortalité considérable en quelques jours. Le contenu du canal intestinal des vers atteints de la maladie agit de la même manière. La contagion est si facile, qu'il suffit de mêler des vers sains avec des vers malades pour que ces derniers communiquent la maladie aux premiers. Cette communication se fait principalement par les déjections des vers malades, soit fraîches, soit desséchées. Une infusion de poussières sèches de magnanerie infectée montre déjà, après quelques heures, des vibrions, et, si l'on vient à humecter la feuille d'un seul repas avec le liquide, tous les vers sont empoisonnés; dans l'intervalle de

deux ou trois jours la mortalité dépasse 50 pour 100, et le restant des vers ne mange plus et dépérit à vue d'œil.

» Ces effets de contagion de la maladie des morts-flats sont surtout très-prononcés sur les vers arrivés au milieu du cinquième âge.

» L'une des circonstances qui affaiblissent le plus les vers à soie et les prédisposent à la maladie des morts-flats accidentelle est leur trop grande accumulation.

» On arrive à ces résultats du plus haut intérêt, soit au point de vue de la maladie des morts-flats, soit au point de vue de la pébrine, en appliquant la méthode de l'isolement absolu des vers dès l'éclosion, méthode qui m'a déjà permis l'an dernier, vous le savez, de résoudre toutes les difficultés que soulevait la question des taches des vers à soie. Rien de plus intéressant que ce genre d'éducation lorsqu'on l'applique à des vers issus d'une graine qui, en chambrées ordinaires, ne fournirait pas un seul sujet capable d'arriver jusqu'à la bruyère. C'est qu'il n'est pas de si mauvaise graine qui ne renferme des œufs sains. Ceux-ci sont mis à part à l'aide de la méthode dont je parle, et ils donnent lieu à des vers très-beaux et très-sains qui, le plus souvent, ne manifestent sous aucun rapport la maladie des morts-flats ou celle des corpuscules. La contagion a été empêchée.

» Mélangez, au contraire, à parties égales, des vers très-sains avec les mêmes vers que vous aurez contagionnés par un seul repas de feuilles corpusculaires ou par les ferments propres à la feuille du mûrier, et la pébrine ou la maladie des morts-flats se développeront peu à peu au degré le plus intense dans les vers sains.

» La contagion de la pébrine se fait par deux modes distincts.

» Un ver qui marche sur un ver corpusculeux enfonce dans le corps de celui-ci les ongles qui terminent ses pattes, et se trouve prêt à aller inoculer à d'autres vers le germe de la maladie au moyen de ses crochets souillés de corpuscules.

» Mais la matière contagionnante par excellence est la matière excrémentielle qui sans cesse tombe sur la nourriture des vers. Chose remarquable, et assurément fort heureuse, cette matière perd son activité assez rapidement. La dessiccation à l'air ordinaire détruit chez le corpuscule sa faculté de reproduction. C'est que le corpuscule, tel qu'on le connaît ordinairement, brillant, très-nettement délimité, est un organisme caduc; il ne peut plus se régénérer. Sa faculté de reproduction n'existe que lorsqu'il est entièrement jeune, état sous lequel la dessiccation le fait périr.

» Tandis que la poussière des crottins frais ou la matière d'un tissu quel-

conque d'un ver corpusculeux possède de la façon la plus marquée le pouvoir contagionnant, on ne réussit pas à rendre les vers corpusculeux par des repas de poussières très-corpusculeuses, non plus que par les tissus ou les déjections de papillons corpusculeux conservés depuis l'année précédente.

» Il résulte de ces faits qu'en passant d'une année à une autre, il n'y a de corpuscules pouvant se reproduire et se multiplier que ceux qui se trouvent dans l'intérieur même des œufs, de telle sorte que, par l'application bien entendue de mon procédé de grainage, on arriverait à supprimer d'une manière absolue la maladie des corpuscules, puisque les poussières de magnaneries qui offrent des corpuscules par myriades quand la pébrine a sévi sur les éducations qu'elles ont renfermées (*voir* ma communication du 23 juillet 1866 à l'Académie des Sciences) sont incapables de communiquer cette maladie au bout d'une année.

» On pourrait croire qu'un ver corpusculeux doit porter sur sa nouvelle peau, au moment des mues, des corpuscules en grand nombre. Il n'en est rien. Je citerai en passant un fait curieux. On sait que les vers, après le changement de peau, deviennent comme cendrés. Ils ont un aspect farineux. J'ai observé que cet effet est dû uniquement à la présence d'une poussière de cristaux identiques à ceux que l'on rencontre dans les tubes de Malpighi. La matière humide qui recouvre la nouvelle peau au moment de la mue cristallise subitement au contact de l'air par évaporation dès que le ver s'est dépouillé.

» J'ai fait de nouvelles études sur les taches des vers corpusculeux. Elles ne se montrent jamais qu'à la suite de l'apparition des corpuscules dans l'intérieur du canal intestinal. Ce sont comme des pétéchies de la peau extérieure, consécutives aux altérations de la peau intérieure. Elles ne sont pas du tout un effet du développement sous-cutané des corpuscules dans les tissus périphériques de l'insecte.

» Quand les éducations industrielles seront terminées, je vous écrirai de nouveau afin de vous démontrer par des faits très-précis que l'application de mon procédé de grainage, en vue de prévenir l'une et l'autre des deux maladies qui pèsent si lourdement sur la production de la soie, est tout à fait sûre dans ses résultats. Les échecs, quand ils se présentent, ne peuvent être attribués qu'à des vices d'éducation ou à des accidents imprévus, et nullement à la qualité de la graine.

» En communiquant à l'Académie les résultats qui précèdent, et dont vous avez bien voulu contrôler vous-même quelques-uns au milieu de nous,

dites bien, je vous prie, à nos savants Confrères avec quel zèle je suis secondé ici par le dévouement de MM. Gernez, Duclaux, et Raulin. N'oubliez pas davantage M. Maillot, qui, sur la demande de M. le Sénateur Comte de Casabianca, a consenti à s'éloigner de nous pour aller en Corse appliquer mon procédé de grainage. Ses éducations sont achevées, et toutes avec succès, tandis que les échecs sont généraux dans l'île cette année. M. Maillot a élevé six lots de graines toutes confectionnées en France d'après ma méthode. »

CHIMIE. — *Mémoire sur la décomposition du chlorure de sodium et du chlorure de potassium par le fer dans une atmosphère d'air humide; par* **M. E. Chevreul.** (Extrait par l'auteur.)

« Dans la séance du 1er mars de cette année, après que M. Peligot eut donné lecture d'un Mémoire où il montrait que la décomposition du chlorure de sodium attribuée par M. Velter, de Grignon, à la matière du sol arable auquel il l'avait mélangé, était due au cylindre de zinc dans lequel les matières étaient contenues, je communiquai des expériences relatives à la décomposition de ce chlorure mis en contact avec le fer dans de l'air saturé de vapeur d'eau (1). Ces expériences font le sujet du Mémoire que je présente aujourd'hui à l'Académie, Mémoire qui, en réalité, est le complément de l'examen que je fis, dès 1816, de la loi de Berthollet concernant la décomposition mutuelle de deux sels solubles dont l'échange des acides et des bases donne lieu à un sel moins soluble que ne le sont les sels mélangés, et *à fortiori* à deux sels insolubles.

» Je montrai l'inexactitude, non de la loi, qui est vraie, mais de l'énoncé qui attribue la décomposition à la force de cohésion de l'un ou des deux sels produits de la décomposition, force de cohésion plus grande que ne l'était celle des sels avant le mélange.

» L'erreur de l'énoncé de Berthollet tenait à une observation parfaitement raisonnée de la *congélation de l'eau*. La glace à zéro a une densité moindre que l'eau et une cohésion plus grande. Or l'eau à 4 degrés + zéro étant à son maximum de densité, l'augmentation de volume qu'elle subit graduellement jusqu'à zéro, où elle se congèle en se dilatant beaucoup, la *cohésion* cause de la congélation, manifeste donc son action avant que celle-ci s'effectue. Cette observation me paraît incontestable, parce qu'il s'agit

(1) *Comptes rendus*, t. LXVIII, p. 511; 1869.

d'un corps, l'eau, dont la nature reste invariable et dont les molécules sont sollicitées à la fois par deux forces antagonistes, l'une attractive de *cohésion* et l'autre répulsive *de la chaleur*. Il en est tout autrement de deux sels dont la supériorité plus grande de cohésion de l'un ou des deux sels nouvellement produits n'existe qu'après la décomposition : dès lors la cohésion ne peut être *cause*.

» J'interprétai la *loi de Berthollet* sans recourir à la cohésion, en en donnant pour cause l'*insolubilité* ou la *moindre* solubilité de l'un des sels ou des deux sels nouvellement produits relativement à la solubilité des deux sels considérée avant leur mélange (1).

» Dans cette manière de voir, l'explication est à l'abri du reproche de l'erreur appelée *pétition de principe*.

» Le Mémoire que je présente aujourd'hui à l'Académie a pour objet de montrer que, dans la décomposition du chlorure de sodium par le fer, l'eau et l'air observée par Scheele en 1779 et expliquée par lui, et ensuite par Berthollet, l'explication est passible aussi de l'erreur de la *pétition de principe*.

» Quelle est la difficulté de l'explication? c'est que le mélange des solutions du sous-carbonate de soude et du protochlorure de fer donne lieu à du chlorure de sodium et à du sous-carbonate de protoxyde de fer. Dès lors on se demande comment expliquer le résultat inverse dans l'expérience de Scheele.

» Scheele dit qu'on peut croire qu'il existe un degré de concentration pour une solution alcaline, à l'égard de laquelle des matières terreuses ou métalliques ont plus d'affinité pour l'acide que n'en a l'alcali, et qu'alors l'acide muriatique uni au fer attire l'humidité lorsque le composé est sec, tandis que l'alcali qui est en présence de l'acide méphitique (carbonique) de l'air, et comme *en végétation*, s'y unit et ne peut plus après cela exercer aucune action sur cette solution (de muriate de fer ou chlorure), et il ajoute que c'est parce que la potasse (carbonatée) ne tombe pas en *efflorescence* comme la soude (carbonatée) que les sels neutres de potasse ne sont pas décomposés par le fer.

» Berthollet (1803), dans sa *Statique chimique*, adopte cette manière de voir en disant (2) : « Scheele est le premier qui ait aperçu que cette pro- » priété (qu'il nomme *force d'efflorescence*) pouvait produire des change-

(1) *Voir*, dans la 1re édition de la *Chimie* de Pelouze et Fremy (1850), t. III, p. 901.

(2) *Statique chimique*, t. Ier, p. 403 et 404 (1803).

» ments dans les combinaisons. Cette force par laquelle les molécules se » réunissent dans les proportions convenables pour former une combinaison » constante, et se séparent des autres substances qui ont une action sur » elles, a beaucoup d'analogie avec celle qui produit la cristallisation dans » un liquide, *quoique par la différence des circonstances l'effet soit opposé*.....

» Dans la séance du 1er de mars de cette année j'ai parlé de l'institution d'une expérience par laquelle j'ai démontré que *l'efflorescence* n'a aucune influence dans la décomposition du chlorure de sodium par le fer en présence de l'humidité et de l'air. Je mets sous les yeux de l'Académie la capsule aplatie de tôle dans laquelle on prouve cette proposition : de l'eau saturée du chlorure de sodium est mise sur la partie blanche de la capsule qu'on a fait chauffer. Il reste une couche de chlorure adhérente au métal. On place la capsule sur un support de verre dans une conserve plate au fond de laquelle il y a de l'eau.

» Peu à peu l'action se manifeste par un liquide alcalin qui s'écoule dans sa cavité et une partie de ce même liquide monte par capillarité sur le bord supérieur de la zone de chlorure.

» On enlève le *liquide alcalin* du centre et aussi un liquide *ferrugineux* qui apparaît sur la zone de chlorure.

» Je renvoie les détails au Mémoire.

» Il est certain que le sodium se sépare du chlore par l'affinité du fer pour le chlore, et de l'affinité du sodium pour l'oxygène de l'eau ou de l'air, enfin j'ajoute et probablement encore par l'affinité de la soude pour l'eau, laquelle constitue une solution incapable de réagir sur le protochlorure de fer, qui peut être plus moins hydraté.

» Certes il n'est plus possible, après cette expérience, d'admettre une *force d'efflorescence* comme cause de la décomposition du chlorure de sodium par le fer.

» Quoi qu'il en soit, j'attache tant d'importance à l'observation du principe de la *méthode à* POSTERIORI *expérimentale* que j'ai voulu m'assurer, s'il est vrai, comme Scheele et Berthollet l'ont dit, que le fer ne décompose pas le *chlorure de potassium*, par la raison que le sous-carbonate de potasse n'est pas doué de *l'efflorescence*.

» J'ai reconnu, par l'expérience, que le *chlorure de potassium* est bien réellement décomposé comme l'est le *chlorure de sodium* et dans les mêmes circonstances ; mais la décomposition est plus compliquée, sans parler de l'affinité du chlore pour le potassium, qui peut être plus grande que pour le sodium.

» J'ai obtenu du *chlorure de potassium uni à de la potasse carbonatée à l'état de cristaux*. J'ai constaté une affinité réelle entre le *chlorure de potassium et le chlorure de fer*. Enfin, j'ai observé la formation d'un composé de *carbonate de potasse avec du carbonate de sesquioxyde de fer*.

» J'ai reproduit un composé cristallisable analogue qui, mis en contact avec une certaine quantité d'eau, s'est décomposé avec séparation de sesquioxyde hydraté et une effervescence due à de l'acide carbonique.

» Voilà les faits principaux du Mémoire que je remets sur le bureau pour le recueil des *Mémoires de l'Académie*.

» En terminant cet extrait, je ferai remarquer que ce n'est pas seulement en Chimie qu'il est arrivé de prendre des *effets* pour des *causes*, que ce cas est assez fréquent dans les autres sciences naturelles : c'est un motif pour que j'insiste sur la nécessité d'observer l'esprit de la *méthode à* POSTERIORI *expérimentale*, qui consiste essentiellement dans le contrôle de toute induction ou théorie que l'on a déduite de l'observation d'un phénomène naturel ou de l'observation d'une première expérience. Il n'est point inutile de faire remarquer que l'expression de *causes secondes*, opposée à l'expression de *cause première* appartient à la *méthode à priori*, tandis que l'expression de *cause immédiate* appartient essentiellement à la *méthode à* POSTERIORI *expérimentale*. On peut se représenter assez bien l'idée que j'émets par une ligne verticale ; le *principe* ou la cause première est au sommet de la ligne ; et de là on descend aux *causes secondes*. Dans la *méthode à* POSTERIORI *expérimentale*, le phénomène est *au bas de la ligne, et la cause immédiate un peu au-dessus*. Cette figure représente donc comment on s'élève graduellement et sûrement du *phénomène à sa cause immédiate*. La marche de l'esprit est donc *ascendante*, tandis que dans *la méthode à priori* elle est *descendante*. »

PHYSIQUE. — *Observations relatives à une Note récente de* M. Morren *sur la phosphorescence des gaz ; par* **M. A. DE LA RIVE.**

« ... Permettez-moi de vous adresser une petite réclamation relative à un passage de la Note de M. Morren sur la phosphorescence des gaz, insérée dans le numéro des *Comptes rendus* du 3 mai 1869 (p. 1033). M. Morren semble m'attribuer la théorie par laquelle M. Sarasin essaye d'expliquer les phénomènes de phosphorescence qu'il a observés. J'ignore où le savant physicien de Marseille a pu voir que cette théorie était de moi, car le seul

document qu'il ait pu avoir entre les mains est le Mémoire même de M. Sarasin qui a paru dans les *Archives des Sciences physiques* (mars 1869) ou l'extrait détaillé qu'en a donné le journal *l'Institut* dans son numéro du 14 avril. L'analyse abrégée que j'en ai faite devant l'Académie dans la séance du 12 avril n'a pu en effet trouver place dans les *Comptes rendus*, vu qu'il s'agissait d'un travail déjà imprimé. Je ne fais point cette réclamation pour repousser la responsabilité des observations et des explications de M. Sarasin, qui me paraissent très-exactes, mais uniquement par esprit de justice pour l'auteur.

Je suis bien aise de profiter de cette occasion pour dire que M. Sarasin attend la publication complète, annoncée par M. Morren, de ses nouvelles recherches, pour reprendre ses propres expériences, qu'il avait lui-même déclarées dans son premier Mémoire être encore incomplètes, et pour examiner les objections du savant physicien français. Il n'en reste pas moins déjà acquis à la science par les recherches de M. Sarasin que, contrairement à ce qu'avait d'abord affirmé M. Morren (*Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. IV, p. 297 et 304; 1865), il n'est pas nécessaire que l'oxygène renferme plus de 20 pour 100 (environ 27 pour 100) d'azote, pour devenir phosphorescent, puisque lui-même reconnaît que la plus minime bulle d'air atmosphérique, introduite dans un volume de plus de 500 centimètres cubes d'oxygène pur raréfié, suffit pour y produire la phosphorescence. Le point à examiner est maintenant de savoir si cette minime quantité d'azote est indispensable, ou si, comme l'a cru M. Sarasin, confirmant en cela le résultat déjà obtenu par M. Edm. Becquerel, l'oxygène parfaitement pur est bien phosphorescent; l'expérience décidera entre ces deux alternatives.

» Du reste, je ne puis m'empêcher d'observer encore que, indépendamment de ce qui concerne l'oxygène, M. Sarasin a ajouté un nombre considérable de faits nouveaux à ceux qu'on connaissait déjà sur la phosphorescence des gaz, soit en étendant ses expériences sur un plus graud nombre de substances gazeuses, soit en montrant la propriété curieuse que possèdent des électrodes d'argent d'empêcher, en s'oxydant, les gaz de devenir phosphorescents après le passage de la décharge : propriété qu'il a attribuée à l'absorption par l'argent de l'ozone dégagé dans le gaz par le passage de l'électricité, et qui n'en est pas moins curieuse, quelle qu'en soit la cause. »

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Observations sur la Lettre de ce jour de M. Carbone; par* **M. Chasles** (1).

« La Lettre de M. Carbone, conservateur des Mss. de la Bibliothèque nationale de Florence, se rapporte à la communication de M. Govi (séance du 10 mai), relative à la Déclaration que M. Carbone avait adressée à l'Académie (séance du 26 avril), au sujet de la Lettre de Galilée du 5 novembre 1639.

» M. Govi avait dit (séance du 29 mars) que cette Lettre du 5 novembre 1639, que j'avais signalée comme autographe et faisant partie des Mss. Galiléens, ne s'y trouvait pas.

» M. Carbone, au contraire, a déclaré (séance du 26 avril) qu'elle s'y trouvait (t. IV, p. 1, f° 105 bis), mais non autographe, étant de la main du neveu de Galilée, *qui imituit si parfaitement l'écriture de son oncle*, que *les càlligraphes les plus experts pouvaient être dans le doute*.

» Par suite de cette déclaration M. Govi a expliqué (séance du 10 mai) : 1° qu'il savait parfaitement que cette Lettre existait; 2° qu'elle est de la main du fils de Galilée et non de son neveu; 3° qu'il n'avait point à en parler, puisque n'étant pas autographe, « elle n'était pas la Lettre que » M. Chasles avait signalée à son attention. »

» C'est à ce sujet que M. Carbone écrit aujourd'hui à l'Académie : « Je dois à la vérité de reconnaître la parfaite exactitude de tout ce qu'a » dit M. Govi. »

» Ainsi, quand j'appelais l'attention de M. Govi sur une Lettre de Galilée du 5 novembre 1639, qui m'était signalée comme autographe, et que je sollicitais même de son obligeance une enquête sur l'existence et l'état graphique de cette Lettre, M. Carbone semble approuver M. Govi d'avoir répondu que LA LETTRE N'EXISTE PAS, au lieu de convenir que LA LETTRE EXISTE, mais qu'*elle n'est pas regardée* (du moins par M. Govi et par M. le Conservateur des Mss.) *comme autographe:* ce qui eût été la vérité.

» Je me permettrai une autre observation sur la Déclaration de ce jour de M. Carbone : c'est qu'elle présente, avec sa Déclaration primitive (séance du 26 avril), une variante assez notable.

» Suivant cette première, le fils de Galilée imitait si parfaitement son écriture, que *les calligraphes les plus experts pouvaient être dans le doute.*

» Aujourd'hui M. Carbone dit : « La ressemblance des deux écritures,

---

(1) *Voir* la Lettre de M. Carbone à la *Correspondance*, p. 1254.

» celle du père et celle du fils, est assez grande; mais en les comparant de
» près avec beaucoup d'attention, on aperçoit la différence, de sorte qu'*il*
» *est presque impossible de s'y tromper.* »

» Ainsi, suivant la première Déclaration, *les calligraphes les plus experts peuvent être dans le doute*. Et suivant la seconde, *il est presque impossible que l'on soit dans le doute*.

» Enfin M. Carbone termine sa Lettre par cette phrase : « Cette rectifica-
» tion de ma Déclaration précédente servira en même temps à prouver la
» parfaite exactitude des explications contenues dans la réponse de M. le
» Professeur Govi à M. Chasles. »

» Je n'insisterais pas assurément sur ce certificat de *parfaite exactitude* donné ainsi à M. Govi, si cette prétendue exactitude ne s'appliquait pas à sa dénégation relative à la Lettre du 5 novembre que j'avais dit exister dans les Mss. Galiléens ; et j'aurais pu même m'abstenir de toute observation sur la Déclaration actuelle de M. Carbone, car la question de savoir si la Pièce de Florence est autographe ou de la main de Vincent Galilée ne m'importe nullement, puisque le passage qu'en a cité M. le Conservateur des Mss. m'a appris que je possédais le texte même de cette Lettre, écrit certainement, comme je l'ai dit, de la propre main de Galilée; ce qui suffit pour prouver que l'illustre Florentin n'était point aveugle le 5 novembre 1639.

« Quant aux deux Lettres du 16 mai 1640 et du 9 mars 1641, en dehors du Recueil général, montrées à M. Charavay (l'an dernier, en septembre), Lettres acquises, lui a-t-on dit, par le dernier Grand-Duc, et qu'on regardait comme autographes, M. le Conservateur dit qu' « il a été impossible » de les découvrir. » Il faut espérer que de nouvelles recherches procureront de nouvelles lumières sur cet incident, qui n'est pas dénué de tout intérêt.

» Le savant éditeur des OEuvres de Galilée, en plaçant la Lettre du 5 novembre 1639 au tome XV, quand sa place chronologique était au tome VII, n'a rien dit ni de sa provenance ni de son état graphique. Cette abstention distingue cette Lettre de toutes les autres d'une manière toute particulière et vraiment exceptionnelle, comme je l'ai dit dans notre séance du 10 mai; aussi je me permets d'exprimer quelque regret que M. Carbone, en parlant de l'état graphique de la Lettre, n'ait pas dit un mot de sa provenance. »

« **M. Élie de Beaumont** fait observer qu'il est indifférent, pour le fond de la question soulevée devant l'Académie, que la Lettre du 5 novembre 1639, conservée à Florence, soit de la main de Galilée lui-même ou de celle de son fils. Cette Lettre fait comprendre que Galilée conservait encore la faculté

d'écrire, ce qui est le point essentiel : il suffit qu'elle soit de 1639 et qu'elle émane de la maison de Galilée. Francesco Rinuccini à qui elle était adressée devait savoir, et le fils de Galilée devait savoir mieux encore si son père aurait été en état d'écrire cette Lettre, dans laquelle il imitait son écriture et qu'il signait de son nom vénérable.

» Mais cette même Lettre résout encore la question d'une manière plus péremptoire. La copie conservée à Florence, et que Galilée pourrait très-bien avoir fait écrire par son fils, paraît être incontestablement de la main de l'un des deux Galilée, mais fût-elle même d'une main étrangère, son existence seule démontre que la minute, dont notre illustre confrère a mis une photographie sous les yeux de l'Académie, est vraie ; et comme c'est bien la main encore assez ferme du père, et non celle du fils, qu'on y reconnaît, elle doit mettre fin à la discussion, car elle prouve à elle seule qu'*en novembre* 1639 *Galilée écrivait.*

» Les deux Lettres arrivées jusqu'à nous par des voies différentes servent de preuve l'une à l'autre, et si l'on s'accordait à reconnaître la main du fils de Galilée dans la copie, on ne ferait que donner à l'ensemble des deux pièces un gage plus précis d'authenticité.

M. le Baron Charles Dupin prend ensuite la parole et dit :

« Je demande une nouvelle fois à l'Académie la permission d'insister sur l'indispensable nécessité, pour notre savant collègue, M. Chasles, de publier, sans aucun retard, la riche collection d'autographes dont il est en possession, en recourant, pour les Lettres les plus importantes, au procédé de l'autographie. C'est le moyen le meilleur de mettre un terme à des controverses prématurées, à des discussions de détail, trop souvent d'un faible intérêt pour la science, et dont la solution hâtive n'exige pas moins la perte du temps si précieux de notre illustre collègue. Il est en possession des Lettres les plus précieuses écrites par Louis XIII et par Louis XIV pour défendre, honorer et récompenser les savants contemporains, et de beaucoup d'autres missives de la plus haute valeur. C'est l'honneur et l'intérêt de l'histoire qui réclament une prompte publication. Jusque-là je voudrais, je le répète, qu'on interrompît complétement la polémique la plus regrettable et qui souvent fait peu d'honneur aux empressés, je n'ose dire aux envieux, qui la soulèvent prématurément. »

M. Chasles, à la suite de ces observations de M. Elie de Beaumont et de M. Ch. Dupin, demande de nouveau la parole et s'exprime comme il suit :

« M. le Secrétaire perpétuel vient de faire ressortir par de nouvelles considérations toute l'importance de la Lettre du 5 novembre : car ce n'est pas seulement l'état graphique de la Pièce que je possède, qui prouve la noncécité de Galilée, c'est le texte même de cette Lettre; de sorte que la Pièce de Florence, fût-elle de la main du fils de Galilée, suffirait encore à prouver, par son contenu, auquel se rapporte la Lettre de Galilée du 19 mai 1640, comme je l'ai dit précédemment (séance du 3 mai), que l'illustre astronome n'était point aveugle.

» M. le baron Dupin a bien voulu exprimer de nouveau, de même que M. le Secrétaire perpétuel, la confiance que lui inspirent mes Documents, et le prix qu'il attache aux révélations sur notre histoire scientifique du dix-septième siècle qu'ils paraissent renfermer. M. Dupin renouvelle l'expression de son vif et impatient désir, que je ne tarde plus de mettre au jour des Documents aussi précieux. Je prie l'Académie d'être bien assurée que je n'ai point cessé de m'occuper de cette publication, et que le retard qu'elle paraît éprouver ne provient que de la nécessité où je me suis trouvé depuis bientôt deux ans, de répondre à une foule d'objections et d'attaques passionnées, sans cesse renouvelées et tendant à mettre obstacle à cette publication, car elles ne pouvaient avoir en définitive un autre but.

» Que l'Académie veuille bien me permettre d'offrir ici l'expression de ma bien vive et sincère reconnaissance aux deux illustres Membres dont la parole hautement respectée de tous vient d'être pour moi un encouragement et un appui précieux dans la tâche pénible qu'un sentiment profond de respect pour la vérité et l'équité m'a fait entreprendre, nonobstant les difficultés sérieuses que je n'ignorais point, et le très-vif chagrin que j'éprouve d'avoir à blesser, même chez des amis de France et de l'étranger que j'honore infiniment, des opinions légitimées par une tradition de plus d'un siècle et demi, mais dans laquelle la vérité a été voilée à son origine. »

» M. Élie de Beaumont ajoute : Je ne puis que répéter, que je suis parfaitement convaincu de l'origine authentique de la généralité des Pièces que possède M. Chasles. »

« M. Le Verrier dit qu'il a cru comprendre qu'afin de pouvoir donner tout son temps à la préparation de la prochaine séance publique, l'Académie avait désiré que la discussion annoncée au sujet des Documents de la collection de M. Chasles fût renvoyée après cette séance. M. Le Verrier sera

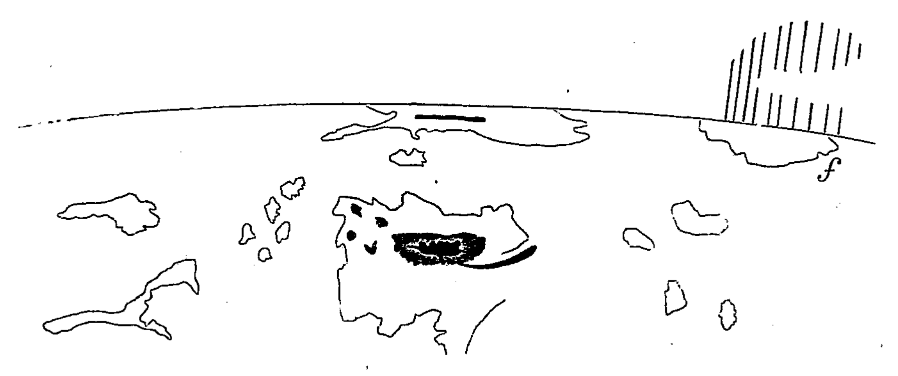
aux ordres de l'Académie. L'examen nouveau qu'il a fait des questions soulevées ne lui semble permettre aucun doute sur la fausseté des pièces astronomiques communiquées par M. Chasles. »

ASTRONOMIE. — *Nouvelles observations spectrales sur l'atmosphère et les protubérances solaires*. Lettre du **P. Secchi** à M. le Secrétaire perpétuel.

« Rome, ce 21 mai 1869.

» Les observations spectrales des protubérances solaires faites par M. Rayet pendant l'éclipse du mois d'août dernier ont constaté un nombre considérable de raies lumineuses, dont les principales sont au nombre de sept. De ce nombre, quatre seulement ont été vérifiées ensuite d'une manière certaine, en dehors des éclipses, savoir les trois raies principales de l'hydrogène et la raie jaune, voisine de celles du sodium. Il était fort intéressant de chercher si l'on pouvait arriver à revoir les autres dans des circonstances favorables. Dans mes observations ordinaires, j'ai toujours fait attention à la région du vert où se trouvent les lignes non encore vérifiées, mais inutilement, car, quoique j'aie réussi à apercevoir quelques traces de renversement, je n'ai jamais vu d'une manière convaincante aucune raie devenir lumineuse. C'est dans l'observation d'hier (20 mai), que j'ai eu la satisfaction de les voir d'une manière vraiment incontestable et parfaite, et aussi brillantes que l'on voit d'ordinaire celles de la chromosphère, habituellement au bord solaire.

» Ces lignes se manifestèrent au-dessus d'une facule qui se trouvait sur le bord solaire et qui faisait partie d'un groupe de taches (le n° 58 de notre Catalogue) qui avait déjà commencé à disparaître derrière le bord solaire.



La figure ci-jointe montre la position de la tache et de la facule sur laquelle nous avons rencontré les raies dont nous allons parler.

» Des nombreux noyaux de la tache, un seul était encore bien visible, et un autre était projeté comme une ligne noire très-mince près du bord. La facule en question était visible en f, et elle paraissait à moitié en dedans et à moitié en dehors du disque; son sommet était juste sur le bord, où dans les instants tranquilles on voyait une petite proéminence.

» Le spectroscope ayant été dirigé sur cette facule, on y vit briller une énorme protubérance, dont la hauteur était d'au moins 120 secondes et excédait beaucoup toutes les lignes qu'on voyait sur le reste du groupe, quoiqu'elles eussent 30 à 35 secondes. Sa partie la plus basse était très-vive, et au sommet elle se repliait en forme de colonne de fumée tournant vers l'extérieur de la tache, du côté de l'équateur solaire. Sa base, extrêmement étincelante, donnait une raie C plus vive que je ne l'ai jamais vue; elle paraissait quelquefois doublée, mais j'attribue cette particularité au mouvement de l'atmosphère terrestre.

» La raie jaune, près de D, était encore plus haute que la raie rouge. La raie f avait une épaisseur inégale et était comme formée de nœuds; mais elle était aussi très-haute; la raie γ de l'hydrogène, près de la raie G, était aussi très-forte et très-prononcée. Toutes ces lignes s'étendaient au-dessus du disque dans toute la largeur de la facule au moins, c'est-à-dire dans une étendue de 10 à 12 secondes.

» Jusqu'ici, à l'exception de leur vivacité, elles n'offraient rien d'extraordinaire. Cependant je remarquerai que bien souvent, dans des facules très-vives, la hauteur assez médiocre des raies est compensée par un éclat remarquable. Mais ici l'observation fournit quelque chose de plus, car cinq autres raies très-vives parurent dans la région du vert.

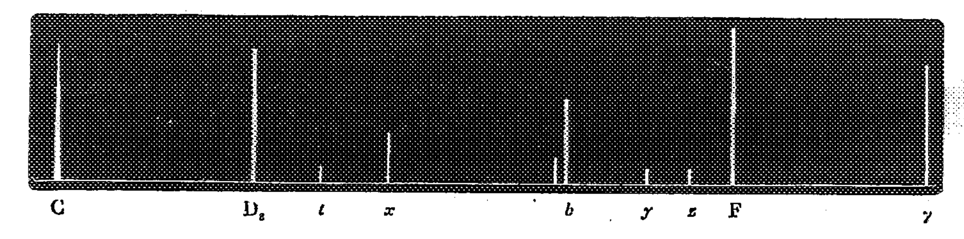
» D'abord l'espace lumineux entre les deux raies du magnésium 1649,0 et 1656,5 était très-brillant, dans une hauteur d'environ 30 secondes, et cette vive lumière faisait un contraste frappant avec les deux raies noires qui l'interceptaient. Par contre, la troisième raie du magnésium 1634,0 devenait très-brillante en se renversant dans une hauteur de 20 secondes. Ces raies aussi se prolongeaient sur le disque solaire, dans une étendue de 5 à 6 secondes. La manière différente de se comporter des trois raies du magnésium m'ayant paru tout à fait exceptionnelle, je cherchai à m'assurer contre toute illusion par tous les moyens possibles : mais le fait est certain; je n'ai jamais cessé de le voir avec la plus grande netteté, pendant les trois heures que dura l'observation, de 9 heures à midi. J'ai donc cru qu'il serait bon d'insister sur ce fait, qui me paraît très-intéressant.

» Outre ces deux raies brillantes de la région du magnésium, j'en

vis apparaître trois autres secondaires et moins hautes. La première, que je désignerai par la lettre x, avait une hauteur de 10 secondes environ, elle brillait entre les deux raies de Kirchhoff n[os] 1421 et 1463, et me parut correspondre à la raie 1435. Elle n'avait pas de raie noire correspondante sur le disque, mais n'était pas non plus le prolongement de la bande brillante qu'on voit à cette place : elle présentait un éclat très-vif et tranchant sur le reste du spectre lumineux.

» Les deux autres, que je nommerai y et z, se voyaient dans l'intervalle entre les raies b et F de Frauenhofer. La raie z se trouve entre les groupes des raies 1961 et 2041 de Kirchhoff. C'était le renversement d'une raie noire que je jugeai être la raie 1994 de Kirchhoff, qui ne correspond à aucune substance connue ; sa finesse et la multitude des raies dans cette région du spectre, lesquelles se renforcent beaucoup près du bord solaire, comme entre les noyaux, rendaient sa détermination difficile.

» Enfin la troisième raie y brillait à peu près à la moitié, entre les raies 1834 et 1961 de Kirchhoff, et me parut coïncider avec la raie 1900. La difficulté d'identifier ces raies provenait de ce qu'il n'était pas facile de les retenir un temps convenable dans le champ de l'instrument, car elles ne brillaient que dans une très-petite étendue de la protubérance.



» La figure ci-dessus montre la position et la hauteur relatives de ces raies. Outre celles-ci, j'ai remarqué dans le jaune et dans l'orangé des lignes brillantes qui se prolongeaient du disque dans l'atmosphère plus que les autres, mais sans devenir plus brillantes ; j'en ai marqué une en t.

» Les conclusions qui découlent de cette observation sont assez intéressantes.

» 1° Nous avons constaté la place des raies observées par M. Rayet dans le vert, et on voit que cet astronome les avait fixées d'une manière tres-exacte, eu égard à la force de son instrument ; mais on voit que les deux raies de b ne sont pas celles du magnésium. Les autres aussi restent encore à déterminer : mais il faudra auparavant faire une nouvelle recherche pour mieux constater leur position.

» 2° Les raies du magnésium n'étant pas toutes renversées, mais une seule d'entre elles, on pourrait raisonnablement douter si même celle qui est renversée appartient à ce métal, ou à une autre substance offrant la même raie. On pourrait supposer encore que les raies de ce métal ne se renversent pas à la même température et à la même densité, et alors nous aurions une donnée précieuse pour calculer cette température même et cette densité.

» 3° Les raies qui ne sont pas dues à un renversement sont plus nombreuses qu'on ne l'avait cru jusqu'ici, ce qui prouve qu'il y a des substances dans l'atmosphère solaire qui brillent d'une lumière directe, grâce aux conditions nouvelles dans lesquelles elles passent dans l'enveloppe extérieure du Soleil.

» 4° Ces raies n'appartenant pas à l'hydrogène, il est évident qu'on ne peut pas considérer l'atmosphère et les protubérances comme étant formées seulement de gaz, et qu'on ne peut pas se refuser à admettre une atmosphère très-composée, dans laquelle nagent les nuages des protubérances elles-mêmes.

» J'espère pouvoir, dans une occasion prochaine, rencontrer une autre protubérance favorable à ces recherches, mais je n'ai pas voulu tarder à communiquer ces résultats à l'Académie, qui m'honore grandement en les recevant avec l'intérêt qu'elle leur témoigne et pour lequel je lui suis très-reconnaissant.

» *P. S.* Ce matin, la tache était voisine du bord du disque, et de nombreuses facules présentaient les raies ordinaires, mais je n'ai réussi ni à voir la facule et la protubérance d'hier, ni à constater le renversement des raies vertes dans les facules qui étaient sur le bord, quoique l'une d'elles donnât une protubérance de 75 secondes. Cela prouverait que toutes les protubérances ne sont pas homogènes, ce qui est d'ailleurs bien probable. »

« M. Le Verrier présente à l'Académie le second fascicule de l'*Atlas des mouvements généraux de l'atmosphère pour l'année* 1865. La livraison comprend 91 cartes représentant l'état de l'atmosphère et de la mer, pour chacun des jours du trimestre. Cet important travail est dû, comme on le sait, aux soins de M. Baille. L'impression de la troisième livraison est fort avancée. »

M. Vergnette-Lamotte fait hommage à l'Académie d'un ouvrage portant pour titre : « Mémoires sur la viticulture et l'œnologie de la Côte-d'Or ».

Cet ouvrage est transmis par M. Daubrée.

RAPPORTS.

« M. **Bertrand** demande la permission d'ajouter quelques mots aux indications historiques données à l'avant-dernière séance dans son Rapport sur le Mémoire de M. Reynard. M. Liouville, en 1831, dans le *Bulletin des Sciences mathématiques* de Ferussac, avait posé très-nettement la question résolue par M. Reynard, et jugé à l'avance, absolument comme nous l'avons fait, la valeur et l'intérêt des résultats obtenus par le savant ingénieur.

« Il était bon d'observer, disait M. Liouville en terminant sa Note, qu'une » théorie systématique où l'on expliquerait par des forces primitives d'atome » à atome, ou par des vibrations de fluide, les propriétés des fils conduc» teurs ne devrait pas être rejetée si la formule déduite de ce système diffé» rait de celle de M. Ampère. Ce qui est nécessaire et suffisant, c'est que » l'une et l'autre coïncident lorsque le mobile est arbitraire, et le moteur » un circuit continu. »

» M. Reynard, dans son Mémoire, a précisément donné une solution qui remplit cette condition signalée par M. Liouville comme nécessaire et suffisante, et nous avons pensé, comme le faisait alors notre illustre confrère, qu'elle ne doit nullement être rejetée *à priori*. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PALÉONTOLOGIE ETHNOLOGIQUE. — *Résultats fournis par les fouilles effectuées dans la grotte des Morts, près Durfort (Gard).* Note de **M. Cazalis de Fondouce**. (Extrait.)

(Renvoi à la Section de Zoologie.)

« *Silex taillés.* — Les silex taillés trouvés dans la grotte de Durfort peuvent être évalués à environ soixante. Ils se rattachent à deux catégories différentes, celle des armes et celle des outils. Les uns et les autres appartiennent, par leur mode de taille, aux types des silex de l'âge de la pierre polie. Minéralogiquement, ils appartiennent à l'espèce des silex en couches, d'origine aqueuse; leur provenance ne nous est pas encore connue. Ce sont des silex d'un gris noirâtre, qui se présentaient naturellement en plaquettes recouvertes d'une patine blanche qui a été enlevée dans les parties taillées. Celles-ci ont, suivant les morceaux, perdu plus ou moins leur cou-

leur foncée, pour une couleur plus claire, indiquant la formation d'une seconde patine, qui, sur certains échantillons, est devenue elle-même tout à fait blanche.

» Les armes sont des bouts de lance, de javelot et de flèche, dont la plus grande mesure 32 centimètres, et la plus petite 3 centimètres de longueur. Quelle qu'en soit la dimension, elles sont toutes taillées sur le même modèle, à l'exception de deux bouts de flèche qui présentent deux encoches à la base pour les fixer au trait, et de petites flèches qui offrent la taille prismatique à faces régulières, avec retailles sur les bords.

» Les outils présentent un caractère tout particulier, dû évidemment à la forme primitive des morceaux de silex qui s'offraient naturellement sous formes de plaquettes minces à ceux qui les taillaient. Ceux-ci se sont bornés à tailler ces plaques seulement sur les côtés qu'ils voulaient rendre tranchants. Les faces ont, en outre, été souvent très-grossièrement polies, et l'on y reconnaît très-bien aujourd'hui les stries dues à cette opération. Le dos a été également, dans bien des cas, arrondi. Ces outils sont principalement des couteaux droits ou circulaires, couteaux-haches, etc.

» *Os travaillés.* — Les os travaillés sont en très-petit nombre.

» Un grand nombre de dents percées pour servir de pendeloques : dents de loup, de chien, de renard, lames de défense de sanglier; une de ces dernières a été percée de deux trous, et travaillée avec plus de soin.

» Enfin nous devons ajouter un certain nombre de perles de colliers pendeloques, etc.

» *Objets en cuivre.* — On a trouvé dans la grotte vingt-cinq ou trente objets en métal; ces objets sont tous des perles, à l'exception d'un tout petit poinçon très-mince, de $0^{m},05$ de longueur; mais la dimension en varie depuis 25 millimètres de diamètre jusqu'à 4 millimètres; elles sont toutes en cuivre rouge. Dans une de ces perles, nous avons retrouvé un fragment du LIEN qui avait servi à la porter; ce débri sera examiné avec soin, mais nous croyons pouvoir dire dès à présent que c'est probablement de la laine.

» *Objets en pierre.* — Les objets que nous avons maintenant à examiner peuvent se diviser en perles, pendeloques et boutons.

» Nous citerons d'abord une grande perle longue en jais ou bois décomposé; ensuite, des perles longues avec renflement au milieu en galène, en marbre noir et gris-verdâtre, en spath calcaire jaunâtre, translucide, etc.; des perles rondes en galène, en albâtre calcaire, en une subtance que quelques personnes avaient prise pour l'ambre, mais que nous avons reconnue

aux stries de clivage être de la chaux spathique cristallisée, jaunâtre, légèrement translucide; des perles plates en albâtre calcaire blanc, ayant depuis 3 jusqu'à 8 millimètres de diamètre, et depuis 1 jusqu'à 3 millimètres d'épaisseur; les plus petites étaient en telle abondance, que nous en avons réuni plus de deux cents; mais les objets qui ont été trouvés en plus grande quantité sont des pierres plates, en pierre ollaire. Ce fait est très-intéressant; car le nombre de ces perles trouvées jusqu'à aujourd'hui peut être évalué à près de trois mille, et pourtant la matière dont elles sont faites n'était pas originaire du pays, elle venait probablement des Alpes.

» Nous devons citer une pendeloque en bois décomposé, d'autres en forme de dents faites avec des pierres serpentineuses; mais les plus curieuses par leur forme sont des pendeloques paraissant être en calcaire blanc, dont nous avons trouvé une trentaine, variant depuis 4 jusqu'à 17 millimètres de largeur. Elles sont bilobées à leur extrémité, on les dirait faites avec des vertèbres de petits animaux.

» De toutes les pièces que nous avons examinées, les plus curieuses sont sans contredit des boutons en albâtre calcaire blanc : ce sont évidemment de véritables boutons; la face supérieure est plus ou moins conique; la face inférieure, un peu bombée, est percée de deux trous communiquant par un petit canal, qui servaient à les coudre sur les vêtements (?). C'est un type tout à fait nouveau pour cette époque. Nous en avons trouvé une vingtaine.

» *Poteries.* — Nous n'avons rencontré qu'un très-petit nombre de fragments de poterie analogue à celle des dolmens. Un de ces fragments mérite seul une mention spéciale, comme présentant une anse formée par un bouton percé.

» *Ossements d'animaux.* — Les animaux dont les os travaillés nous recèlent l'existence sont le loup, le chien, le renard, le sanglier, le mouton ou la chèvre (?), le chevreuil, et enfin un oiseau indéterminé.

» *Ossements humains.* — Les ossements qui ont fait donner à la grotte de Durfort le nom de *Baumo das morts* se rapportent tous à l'espèce humaine. Ils étaient ensevelis dans la terre à une très-grande profondeur, puisqu'il s'en rencontre encore même à 4 mètres; mais ils paraissent être d'autant plus entiers qu'on les trouve plus près de la surface.

» Les dents ne présentent pas, au même degré que dans d'autres sépultures, l'usure myloïde caractéristique des populations anciennes, et pourtant une autre partie du squelette, l'humérus, offre un caractère tout

particulier aux plus vieilles races, celui de la perforation de la fosse épitrochléenne.

» *Résumé*. — La grotte de Durfort est une grotte sépulcrale de la fin de l'âge de la pierre polie, ou, pour être plus exact, de l'époque de transition entre cet âge et celui du bronze, époque que nous appellerions volontiers l'âge de cuivre, si, au lieu de ne trouver que quelques perles de ce métal, on venait à rencontrer des armes ou des outils. Elle est contemporaine de la grotte de Saint-Jean-d'Alcas dans l'Aveyron, de l'époque des dernières constructions mégalithiques. Comme celles de Saint-Jean-d'Alcas, d'Orrouy, etc., c'est la sépulture d'une petite tribu, peut-être même, d'une seule famille; car avec un mode d'inhumation comme celui qui y était employé, une caverne aussi petite ne pouvait être destinée à recevoir souvent des corps, et dès lors le nombre considérable des ossements qu'on y a trouvés tend à faire admettre que cette sépulture a dû servir pour un assez grand nombre de générations. Lorsqu'on eut cessé d'y ensevelir, rien ne gênant et ne contrariant plus l'action de la nature, les eaux d'infiltration ont déposé le long des parois et du sol des couches de stalagmites, qui ont empâté les ossements des derniers cadavres.

» La petite tribu qui ensevelissait ses morts dans cette grotte appartenait, comme celle de Saint-Jean-d'Alcas et des dolmens de l'Aveyron, de Lombrives dans les Pyrénées ariégeoises, à une de ces races métisses qui se formaient par l'arrivée des premières hordes d'envahisseurs, chez les vieilles populations ligures ou ibériennes de notre Gaule méridionale. Elle habitait sans doute les bords du ruisseau de Vassorgues ou les bois de la montagne de La Coste, et nous devons espérer retrouver un jour l'emplacement de son habitation.

» Les hommes se livraient à la chasse, et ils portaient suspendues à leur cou, comme des trophées, les dents des loups, des renards, des sangliers et des chevreuils qu'ils avaient tués. Nous devons penser qu'ils se couvraient de peaux de bêtes, mais ils connaissaient déjà pour les fixer l'usage des *boutons*; peut-être même les femmes savaient-elles filer la laine; c'est ce qu'éclaircira l'examen d'un fragment du lien qui s'est conservé dans une perle.

» Notre petite tribu faisait appel, pour se parer, à toutes les ressources que lui offrait le pays qu'elle habitait. Elle travaillait l'albâtre, des stalactites remarquables par leur blancheur éblouissante, le spath calcaire aux reflets jaunâtres, la galène brillante; mais cela ne lui suffisait pas. Elle recevait par des échanges commerciaux avec les tribus voisines des perles de cuivre

rouge, de serpentine et de marbre, et elle appelait les Alpes elles-mêmes à contribuer à sa parure.

» Les nouvelles fouilles que nous allons poursuivre, grâce à la libéralité de l'Académie, mettront au jour les richesses que cette grotte nous réserve encore, et nous permettront, sans doute bientôt, de compléter les notions que nous avons déjà acquises. »

M. G. Tissandier écrit à l'Académie que M. Giffard ayant bien voulu mettre à sa disposition et à celle de M. *W. de Fonvielle* un aérostat, qu'il a fait construire lui-même, et M. le Ministre de la Guerre ayant, de son côté, autorisé ces deux savants à se servir du Champ de Mars pour leurs expériences, ils se proposent de faire, assistés de plusieurs météorologistes et physiologistes, qui se sont offerts à les accompagner, deux ascensions, les 27 juin et 11 juillet prochain (1).

M. Tissandier serait heureux que l'Académie voulût bien leur transmettre des instructions, par l'organe d'une Commission.

Le ballon le *Pôle-Nord* est le plus grand qui ait encore été construit : il cube 10 000 mètres, et sa surface est de 2 500 mètres carrés. Dix voyageurs y peuvent prendre place, avec 1 500 kilogrammes de lest. L'étoffe dont il est construit est formée de quatre tissus superposés, toile et caoutchouc; et M. Giffard s'est assuré que le gaz s'y maintient, sans altération sensible, pendant un temps assez long.

(Commissaires : MM. Morin, Ch. Sainte-Claire Deville, Larrey.)

L'Académie reçoit, pour les divers concours dont le terme expire le 1er juin 1869, outre les ouvrages imprimés mentionnés au *Bulletin bibliographique*, les Mémoires dont les titres suivent :

CONCOURS POUR LE PRIX BORDIN.

(ÉTUDIER LE RÔLE DES STOMATES DANS LES FONCTIONS DES FEUILLES.)

M. G. Colin. — *Recherches expérimentales sur les fonctions des feuilles et sur le rôle des stomates.*

M. A. Barthélemy. — *Essai sur le rôle des stomates dans la respiration des plantes.*

(1) Ces ascensions seront publiques, et la recette sera affectée aux frais de l'expédition au pôle nord, préparée par M. Gustave Lambert.

M. N.-J.-C. Muller. — *Sur le rôle des stomates dans les fonctions des feuilles.* (Manuscrit en langue allemande.)

CONCOURS POUR LE PRIX BORDIN.

(MONOGRAPHIE D'UN ANIMAL INVERTÉBRÉ MARIN.)

Un auteur anonyme adresse un Mémoire portant pour titre : *Recherches zoologiques et anatomiques sur des nématoïdes non parasites,* et pour épigraphe Μαθεῖν.

CONCOURS RELATIF A L'APPLICATION DE L'ÉLECTRICITÉ A LA THÉRAPEUTIQUE.

MM. G.-M. Beard et A.-D. Rockwell. — *Emploi de l'électricité en médecine par la méthode de l'électrisation générale basée sur son action comme tonique.*

M. E. Cyon. — *Principes fondamentaux physiques et physiologiques de l'application de l'électricité à la médecine.*

M. A. Causard. — *De l'électricité considérée comme médication adjuvante du traitement thermal à Bourbonne-les-Bains (hôpital militaire de Bourbonne, service de l'électricité). — Rapport présenté à M. le Dr de Finance.* — En outre, deux brochures relatives aux mêmes sujets.

M. Namias. — Supplément aux pièces présentées par l'auteur au concours de 1866.

M. Onimus et Legros. — *De l'application de l'électricité à la médecine.*

Un auteur anonyme adresse un Mémoire en six cahiers portant les épigraphes : « If books gave the most minute details, experience would hardly be necessary (Bacon) », et : « Necessitas medicinam invenit, experientia perfecit (Baglivi) ».

Un auteur anonyme envoie un Mémoire portant pour épigraphe : « Cuique suum ».

CONCOURS DU PRIX DE PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE.

MM. Arloing et L. Tripier. — *Recherches sur la sensibilité des téguments et des nerfs de la main.*

CONCOURS DU PRIX DES ARTS INSALUBRES.

MM. Hillairet et G. Bergeron. — *Note relative à un procédé de secretage sans mercure des poils destinés au feutrage.*

CONCOURS MONTYON. — PRIX DE MÉDECINE ET CHIRURGIE.

M. L. Casau. — *Sur l'affection dite* cancéreuse.

M. P. Tillaux. — *Recherches expérimentales sur le mécanisme de la production des luxations coxo-fémorales en arrière.*

CONCOURS DESMAZIÈRES.

M. Ed. Strasburger. — *Sur la fécondation des fougères* (deux Mémoires en langue allemande).

CONCOURS BARBIER.

M. L. Casau. — *Des organes du corps humain.*

M. Hennequin. — *Quelques considérations sur l'extension continue et les douleurs dans la coxalgie.* Ce travail, qui est imprimé, est complété par une partie manuscrite.

CONCOURS JECKER.

M. Gaube (du Gers). — *Du sulfate d'amidon.*

CONCOURS BRÉANT.

M. L. Casau. — *Sur le choléra.*

M. F. Snel. — *Sur le traitement du choléra.*

M. F. Proeschel. — *Étiologie du choléra* (Mémoire en trois cahiers, avec cartes).

CONCOURS TRÉMONT.

M. de Bisschop. — *Sur une machine à air chaud.*

CONCOURS MONTYON. — PRIX DE MÉCANIQUE.

M. L. Aubert. — *Septième Mémoire sur les solides soumis à la flexion.*

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, une brochure de *M. J. Mascarel*, portant pour titre : « Les Eaux thermales du mont Dore, dans leurs applications à la thérapeutique médicale ».

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Rectification d'une déclaration précédente, au sujet des manuscrits de Galilée qui font partie de la collection de la Bibliothèque Palatine.* Lettre de **M. G. Carbone** à M. le Président (1).

« Après avoir lu dans les *Comptes rendus* ce que M. le Professeur Govi a répondu à M. Chasles relativement à la Lettre de Galilée (non autographe) du 5 novembre 1639, dont j'ai attesté l'existence par une *Déclaration* envoyée à M. Charavay, je dois à la vérité de reconnaître la parfaite exactitude de tout ce qu'en a dit M. Govi.

» Cette Lettre est écrite par Vincent Galilei, *fils* de Galilée (et non pas *neveu*, comme j'ai écrit par distraction, étant pressé), dont plusieurs Lettres autographes, mais surtout celle du 21 mai 1631 (*Collection Galiléenne*, Ire Partie, t. IX, f. 253), reproduisent parfaitement l'écriture de la Lettre du 5 novembre 1639. La ressemblance des deux écritures, celle du père et celle du fils, est assez grande, comme je l'ai déjà dit, mais en les comparant de près avec beaucoup d'attention, on en aperçoit la différence, de sorte qu'il est presque impossible de s'y tromper.

» Il est en outre parfaitement vrai que, dans la Table des pièces contenues dans le tome IV de la première Partie des Mss. de Galilée, il n'était pas fait mention de la Lettre du 5 novembre 1639, parce qu'elle avait été intercalée parmi les autres Documents après leur reliure, et que l'ancien Conservateur de la Bibliothèque Palatine avait oublié de l'y enregistrer. Il est vrai que c'est M. le Professeur Govi, qui m'a signalé cette lacune, que j'ai aussitôt comblée en ajoutant *de mon écriture* l'indication de cette Lettre sur la Table, et cela s'est passé précisément le mois de mars dernier quand M. Govi cherchait, pour répondre à l'invitation de M. Chasles, une Lettre de Galilée *autographe et d'une main très-ferme* du 5 novembre 1639, et deux Lettres en dehors du grand Recueil, l'une du 10 ou du 16 mai 1640, l'autre du 9 mars 1641, qu'il nous a été impossible de découvrir.

» J'espère, Monsieur le Président, que vous voudrez bien donner place dans les *Comptes rendus* à cette rectification de ma *Déclaration* précédente, qui servira en même temps à prouver la parfaite exactitude des explications contenues dans la réponse de M. le Professeur Govi à M. Chasles. »

---

(1) *Voir* la réponse de M. Chasles à cette Lettre, aux Communications des Membres de l'Académie, p. 1239.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur une nouvelle pile thermo-électrique à sulfure de plomb.* Note de MM. **Mure** et **Clamond**, présentée par M. Ed. Becquerel.

« Nous avons l'honneur de présenter à l'Académie une pile thermo-électrique, qui, vu l'intensité du courant engendré et l'économie de sa dépense, peut être utilisée dans diverses applications.

» Cet appareil est formé de soixante éléments ; ces éléments sont constitués par de petits barreaux de galène, ou sulfure naturel de plomb, et des lames de tôle de fer. Les barreaux ont 40 millimètres de longueur sur 8 d'épaisseur, et les lames de tôle 55 millimètres de longueur sur 8 de largeur et $0^{mm},6$ d'épaisseur. Dans ces couples la galène est l'élément électronégatif, le fer l'élément électropositif.

» La forme des barreaux est telle, qu'en les placant les uns à côté des autres ils forment une couronne de douze couples dont l'intérieur est formé par les extrémités qui doivent être chauffées. Ces couples sont réunis en tension, au moyen de soudures à l'étain. Ils sont isolés entre eux par des lames minces de mica. En superposant les uns aux autres cinq de ces couronnes, on forme une batterie de soixante couples. Ces couronnes sont isolées et espacées entre elles par des rondelles en amiante. Le tout est fortement serré, au moyen de trois boulons, entre deux cercles en fer.

» La pile constitue donc un cylindre creux dont il faut chauffer l'intérieur; le refroidissement des jonctions, dont la température doit être plus basse, se fait par simple rayonnement dans l'air. Le cylindre intérieur mesure 50 millimètres de diamètre sur autant de hauteur. La surface de chauffe est donc de 78 centimètres carrés.

» L'appareil est chauffé au gaz au moyen d'un brûleur spécial, qui n'est à proprement parler qu'un cylindre de tôle de 56 millimètres de diamètre, fermé par le haut, ouvert par le bas et percé de petits trous sur sa surface convexe. Ce cylindre est placé au centre de la pile, et les trous dont il est percé se trouvent en regard des éléments à chauffer. Un tuyau percé de petits trous entoure ce cylindre et répartit le gaz d'une manière uniforme autour de lui. Le gaz s'élève et, arrivant en face des trous du brûleur, rencontre l'air qui s'en échappe sous l'influence du tirage du tuyau de tôle qui surmonte l'appareil. Chaque trou du brûleur forme alors un chalumeau, dont le dard vient frapper la paroi opposée.

» Quarante couples galène et fer ont une force électromotrice équivalente environ à celle d'un élément Bunsen, de sorte que l'appareil que nous

présentons possède une force équivalente à une fois et demie celle d'un élément de Bunsen.

» Sa résistance intérieure à froid est de $9^m,85$ de fil de cuivre de 1 millimètre de diamètre. Mais pendant son fonctionnement elle augmente et devient égale à 22 mètres. Grâce à cette faible résistance, le courant engendré est assez intense.

» Entre les deux électrodes on obtient des étincelles très-visibles. Le courant rougit, sur une longueur de 35 millimètres, un fil de platine de $0^{mm},3$ de diamètre ; il décompose l'eau.

» Cette pile, en fonctionnant pendant dix heures consécutives, a consommé 785 litres de gaz, ce qui constitue une dépense d'environ 2 centimes et demi par heure ; elle offre un générateur électrique peu dispendieux. »

PHYSIQUE. — *Observations sur la pile à sulfure de plomb de* MM. Mure *et* Clamond ; *par* **M. Edm. Becquerel.**

« En présentant à l'Académie la pile thermo-électrique de MM. Mure et Clamond, je dois faire connaitre les résultats que j'ai obtenus en faisant usage de cette pile sans interruption pendant plusieurs jours.

» Je ferai d'abord remarquer que la force électromotrice élevée des courants thermo-électriques développés par les sulfures métalliques en contact avec d'autres substances, notamment par la galène ou sulfure de plomb, a déjà attiré l'attention des savants : Cumming en 1823 (1) et plus tard M. Hankel (2) ont signalé l'effet assez énergique produit par cette matière; d'autres sulfures ont été également employés dans la construction des couples thermo-électriques puissants, et en particulier le sulfure de cuivre, qui, comme je l'ai montré, donne une force électromotrice plus grande (3). Quant à la disposition de la pile en forme de couronne, elle est assez commode, en ce qu'elle permet de concentrer l'action calorifique à la partie centrale de l'appareil; sous ce rapport elle offre une forme déjà connue et utilisée (4).

(1) *Annal. of Philosoph.*, t. VI, p. 178 et 323; 1823.

(2) *Ann. de Poggend.*, t. LXII, p. 197, et *Archives de l'Électricité*, t. IV, p. 590; Genève, 1844.

(3) *Comptes rendus*, t. LX, p. 313, et t. LXI, p. 146. — *Annales de Chimie et de Physique*, 4^e série, t. VIII, p. 397; 1866.

(4) A l'Exposition universelle de 1867, une pile thermo-électrique à couronne avait été exposée par M. Farmer, fabricant américain. Voir *Catalogue français de l'Exposition*, 2^e partie, p. 257, classe 64.

» J'ai mesuré la force électromotrice de cette pile à l'aide de la balance électromagnétique, et la quantité d'électricité produite par le dépôt du cuivre dans un voltamètre à sulfate de cuivre; les lames de cuivre de cet appareil avaient 1 décimètre carré de surface, et étaient à une faible distance l'une de l'autre, de sorte que la résistance de ce voltamètre, à la température de 15 degrés, équivalait à celle d'un fil de cuivre de 1 millimètre de diamètre et de 18 mètres de longueur.

» La force électromotrice de la pile a varié suivant la consommation du gaz dans le brûleur : la consommation étant réglée à 120 litres par heure, la force électromotrice a été représentée par 110 milligrammes, celle d'un élément de Bunsen étant $95^{mg},5$, ce qui donne par rapport à ce dernier 1,15; ainsi cette pile de 60 éléments, dans ces conditions, ne valait guère plus d'un couple à acide nitrique. En augmentant la quantité de gaz brûlé, la force électromotrice a augmenté; au maximum de consommation du brûleur, 500 litres à l'heure environ, la force électromotrice a été représentée par 191 milligrammes ou environ par celle de deux éléments à acide nitrique. Ainsi pour une consommation de gaz au moins quatre fois plus forte, la force électromotrice n'a fait que doubler.

» Cette force électromotrice s'est maintenue à peu près la même pendant la durée des expériences, c'est-à-dire pendant six jours; cependant à la fin elle paraissait un peu moindre (185 au lieu de 191), et cela peut être accidentellement; mais la résistance à la conductibilité des couples a diminué dans les premiers temps de l'usage de la pile, d'abord assez rapidement, ensuite plus lentement, de sorte que la quantité d'électricité produite dans les mêmes conditions de température est devenue moindre. Cela résulte, non-seulement de ce que la longueur d'un fil de platine que la pile pouvait rougir est devenue moins grande qu'au commencement des expériences, mais encore de ce que le dépôt de cuivre du voltamètre, qui s'est ralenti après quelque temps, est devenu de moins en moins grand.

» En effet, pendant les trois premiers jours d'expériences, on a eu :

	Durée du passage du courant.	Dépôt du cuivre sur l'électrode négative.	Quantité de cuivre déposé par heure, en moyenne.
	h m	gr	gr
	1.25	3,165	2,234
	18.10	33,750	1,874
	3.50	7,920	2,066
	16.30	30,580	1,850
	26.00	38,500	1,481
Totaux....	65.55	113,915	

» Pendant une partie du jour suivant, la consommation du gaz ayant été diminuée et réglée à 120 litres à l'heure, et la force électromotrice étant un peu supérieure à celle d'un élément Bunsen, on a eu en 19^h30^m, $14^{gr},320$ de cuivre réduit, c'est-à-dire par heure en moyenne $0^{gr},734$.

» On a alors chauffé de nouveau en ouvrant complétement le robinet du brûleur; la consommation du gaz pendant les deux jours suivants est demeurée à peu près de 500 litres par heure, et la force électromotrice est remontée d'abord à 187 milligrammes, ou à peu près à celle de deux éléments à acide nitrique comme avant; mais à la fin de l'expérience elle était représentée par 185 milligrammes. On a eu avec cette intensité :

Durée du passage du courant.	Dépôt du cuivre sur l'électrode négative.	Quantité de cuivre déposé par heure en moyenne.
h m	gr	gr
19.30	28,300	1,451
20.15	22,510	1,110
39.45	50,810	

» Total général du temps pendant lequel la pile a fonctionné sans interruptions : 144 heures.

» L'état de la pile resterait-il ensuite stationnaire, ou bien cette diminution graduelle dans la quantité d'électricité produite continuerait-elle encore en poursuivant les expériences? c'est ce qu'un usage plus long de cet appareil pourrait apprendre; on voit néanmoins qu'en six jours, bien que la force électromotrice n'ait pas changé notablement, car elle a à peine varié de 2 ou 3 pour 100 de sa valeur, la quantité d'électricité fournie par la pile, en raison probablement du changement de résistance à la conductibilité, a été réduite à moitié.

» Quand l'action a été régulière au milieu de l'expérience, les poids du cuivre déposé par heure, $0^{gr},734$ et $1^{gr},451$, ont été sensiblement, dans le rapport de 1 à 2, comme les forces électromotrices. De plus, on voit que la consommation du gaz étant de 120 litres à l'heure, on a déposé 6 grammes de cuivre par mètre cube de gaz brûlé, tandis que, quand le brûleur a fonctionné de façon à doubler la force électromotrice et à consommer $\frac{1}{2}$ mètre cube à l'heure, on n'a déposé que 3 grammes de cuivre par mètre cube de gaz. Dans le second cas, la dépense s'est montrée double de ce qu'elle a été dans le premier; et le cuivre déposé reviendrait, dans le premier cas, à $0^{fr},05$ le gramme ou 50 francs le kilogramme, et dans le second cas à $0^{fr},10$ le gramme ou 100 francs le kilogramme.

» On peut, d'après les nombres précédents, calculer la résistance à la

conductibilité de la pile : en effet, j'ai montré antérieurement (1) qu'un couple de Bunsen, dans un circuit dont la résistance totale est de 10 mètres de fil de cuivre de 1 millimètre de diamètre, pouvait déposer par heure $10^{gr},447$ de cuivre; il résulte de là que la pile précédente, après trois jours d'action, déposant $0^{gr},734$ par heure, aurait, pour résistance intérieure des 60 éléments, y compris la résistance du voltamètre, $10\,\frac{10,447}{0,754} = 142$ mètres.

» La diminution dans l'intensité du courant de la pile pendant qu'elle a fonctionné peut résulter d'un changement dans l'état des contacts ou bien d'une altération chimique des éléments des couples, c'est-à-dire de l'oxydation du fer et peut-être du grillage de la galène, car la température intérieure du brûleur approche du rouge sombre. Cette détérioration de la pile n'aurait probablement pas lieu si la température était moins élevée; mais alors la quantité d'électricité produite serait bien moindre, et la pile perdrait son avantage.

» Les couples galène-fer de MM. Mure et Clamond, pour une même différence de température, ont une force électromotrice moindre que les couples sulfure de cuivre-maillechort que j'ai fait connaître il y a plusieurs années (2), puisque, vers le rouge naissant, il ne faudrait que huit couples de ce dernier genre pour donner la force électromotrice d'un élément à acide nitrique et qu'au rouge blanc le nombre serait encore bien moindre; mais le sulfure de plomb étant meilleur conducteur que le sulfure de cuivre donne des couples bien moins résistants, et par conséquent une plus grande quantité d'électricité. MM. Mure et Clamond n'indiquent pas comment les barreaux de galène sont préparés; mais, comme je m'en suis assuré, on peut aisément les obtenir en sciant des morceaux de galène ou bien en fondant cette substance : je présente à l'Académie un couple formé par ce dernier moyen.

» En général, les piles thermo-électriques, dans lesquelles entrent les sulfures, s'altèrent quand on élève trop la température des surfaces de jonction. On pourrait peut-être obvier à cet inconvénient en entourant les couples de matières inaltérables; mais en tout cas il serait préférable d'employer des piles dont les éléments sont formés de métaux ou d'alliages qui ne peuvent subir de changements par suite des différences de température dont on fait usage.

---

(1) *Annales du Conservatoire des Arts et Métiers*, t. I, p. 347; 1861.

(2) *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. VIII, p. 431.

» Les résultats obtenus avec la pile précédente, dont les dimensions sont restreintes, qui offre de l'intérêt au point de vue scientifique et qui est d'un emploi facile, montrent que les piles thermo-électriques ne sont pas encore aussi économiques qu'on pourrait le supposer : il est vrai que l'on pourrait mieux utiliser la chaleur produite par le brûleur, en mettant un plus grand nombre d'éléments autour de la cheminée; mais, même dans ces conditions, comme avec les autres piles thermo-électriques, la portion de la chaleur qui est utilisée pour la production du courant thermo-électrique n'est qu'une très-faible fraction de celle qui est communiquée aux éléments, la plus grande partie de la chaleur de la source calorifique se perdant par rayonnement autour des appareils. »

PHYSIQUE. — *Nouvelles observations sur la phosphorescence des gaz raréfiés.* Lettre de **M. Morren** à M. le Secrétaire perpétuel.

« J'ai l'honneur de vous envoyer, avec prière de les communiquer à l'Académie, quelques détails sur la phosphorescence des gaz raréfiés en réponse à la communication verbale faite par M. de la Rive au nom de M. Sarasin, de Genève, dans la séance du 12 avril dernier.

» Je n'ai pas à décrire ces phénomènes que tout le monde connaît, mais j'ai besoin d'exposer quelques faits que peut saisir aisément une observation attentive.

» Quand on place dans un tube à boules et en proportions convenables les corps qui produisent le mieux la phosphorescence, et que l'on choisit, en faisant le vide, le moment où les gaz commencent à laisser passer le courant, vers 6 à 7 millimètres environ, car ce moment varie avec la forme et la dimension des tubes, on voit se former au pôle positif un dépôt jaunâtre, pulvérulent, qui s'étend de plus en plus à mesure que la durée du courant se prolonge. Lorsqu'on interrompt brusquement celui-ci, on voit la phosphorescence apparaître, mais seulement autour du dépôt jaunâtre qui en est évidemment le siége, car elle augmente d'éclat avec son épaisseur et reste confinée autour de lui. La situation ne change pas si le vide reste au même point; mais, si celui-ci augmente, on voit le dépôt s'étendre et la phosphorescence s'étendre régulièrement avec lui. Entre 2 et 3 millimètres, le tube entier est envahi, et il se remplit, quand le courant passe, d'une vapeur phosphorescente blanc-jaunâtre tellement abondante, qu'on l'aperçoit parfaitement à la lumière diffuse. Lorsqu'on ferme le circuit, l'éclat lumineux n'est pas brusque et instantané: il met quelques secondes à arriver au

maximum. On voit cette lueur phosphorescente formée de deux parties distinctes : la première blanche, nuageuse et non transparente; la deuxième, au contraire, qui est jaune et transparente, présente tous les caractères de l'acide hypoazotique. Le phénomène est alors dans son plus grand éclat, mais il n'a pas sa plus grande durée. Celle-ci n'est obtenue qu'aux approches du vide, à $1^{mm},5$ environ; elle se montre alors de suite et partout à la fois lorsque le courant commence, mais elle a perdu beaucoup de son éclat et presque totalement la couleur jaunâtre. En portant plus loin le vide, on diminue considérablement, on détruit même le phénomène.

» Si maintenant on met les mêmes gaz dans un tube à boules, avec des électrodes suffisamment rapprochées pour que, sous la pression ordinaire, l'étincelle puisse jaillir (à 4 centimètres pour mon appareil), le même dépôt blanc se forme au pôle positif, et si, de plus, l'appareil à boules est disposé de manière à laisser arriver continuellement le mélange gazeux à mesure qu'il se fixe dans le dépôt solide, on obtient ce dépôt en aussi grande quantité qu'on le désire.

» Si l'on prend une minime parcelle de cette substance blanche, et qu'on la mette avec précaution (elle est très-déliquescente et volatile) dans un tube à boules, avec un mélange gazeux d'oxygène et d'azote, qui seul et raréfié ne donnerait jamais la phosphorescence (par exemple, de l'air atmosphérique sec), aussitôt, au vide de 3 millimètres, celle-ci apparaît belle, immédiate et émanant du corps blanc placé dans le tube. Ce corps analysé est formé d'acide sulfurique anhydre et de composés nitreux.

» Il m'a semblé logique de conclure que ce qui se produit à toutes les pressions où nous pouvons voir, recueillir et contrôler les résultats, devait s'exécuter encore aux faibles pressions de 2 à 3 millimètres, et que ce sont ces évolutions moléculaires de corps passant, à de basses pressions et sous l'influence électrique, de l'état gazeux à l'état solide, et réciproquement, qui produisent les faits de phosphorescence observés, comme des corps combustibles qui appellent et quittent l'oxygène. Un point très-important, c'est que, lorsqu'on a laissé une partie du tube assez finement étranglée pour permettre aisément par sa plus vive lumière une observation spectrale, on reconnaît toujours l'azote avec l'oxygène dans le tube. La présence d'un acide volatil oxygéné est aussi toujours indispensable; j'ai réussi avec les acides carbonique, sulfureux, sulfurique anhydre et acide azotique monohydraté. J'avais cru que, dans d'assez larges limites, l'oxygène et l'azote purs et seuls ne donnaient pas la phosphorescence, mais je viens de reconnaître

qu'en prolongeant la durée du courant, il se produisait des composés nitreux et peut-être même de l'acide azotique, et avec eux, mais dans de faibles proportions, le phénomène de la phosphorescence.

» Faits avec soin, les tubes phosphorescents sont très-durables ; j'en ai qui, depuis huit à dix ans, servant très-souvent, sont aussi beaux que le premier jour.

» On conçoit, d'après ce qui précède, tous les soins que j'ai dû mettre à établir que, seuls et purs, l'oxygène et l'azote sont inertes. L'oxygène dans un tube où il est seul, raréfié et soumis à un courant électrique, disparaît au bout de très-peu de temps, quelles que soient les électrodes, et le courant cesse de passer. C'est ce qui a toujours été pour moi l'obstacle qui m'a empêché de dessiner et de reproduire le spectre de l'oxygène. »

PHYSIQUE. — *Note sur la loi de Mariotte et sur la liquéfaction des gaz dans leurs rapports avec l'état de siccité de ces gaz ; par* M. **Dubrunfaut**.

« Dans une Note que nous avons eu l'honneur de présenter à l'Académie en août 1867, nous nous sommes permis d'émettre des doutes sur quelques points importants des doctrines scientifiques reçues. Ainsi nous avons affirmé formellement que l'on ne connaissait pas à l'état de pureté absolue le composé chimique HO et que, par suite, on ne connaissait réellement pas les propriétés physiques et chimiques de ce composé. Il nous a été facile de démontrer ce théorème en nous appuyant sur les travaux de MM. Donny et Grove et sur nos expériences propres, qui prouvent que l'on ne peut priver complétement l'eau des gaz qu'elle contient (1).

» Comme déduction de ce théorème, nous avons admis que la science ne connaissait pas plus les gaz permanents anhydres, qu'elle ne connaissait l'eau privée de gaz.

» La démonstration expérimentale et directe de ce corollaire offre plus de difficultés que celle du théorème. En effet, les gaz sont réputés anhydres quand, après avoir été mis en contact avec les substances les plus hygroscopiques connues, ces substances cessent d'augmenter de poids. Ce ne serait donc qu'avec des méthodes nouvelles ou par voie d'inductions ap-

(1) L'eau mise en ébullition dans l'appareil classique qui sert à doser les gaz qu'elle retient en dissolution donne la majeure partie de ses gaz en évaporant un dixième de son volume. A partir de ce terme, elle ne renferme plus que 0,001 de gaz rapporté au volume mis en expérience, et ce gaz se dégage par fractions et en proportions constantes à toutes les époques de l'ébullition prolongée jusqu'à siccité.

puyées sur des faits connus et bien constatés qu'on pourrait arriver à justifier la légitimité de notre corollaire. C'est à cette dernière méthode que nous aurons recours, en attendant que nous puissions découvrir un mode d'expérimentation bien démonstratif.

» Les dessiccants utilisés n'ont pas plus que les différents gaz une valeur hygroscopique absolue, et leur emploi ne peut réaliser qu'une condition d'équilibre stable dans des conditions expérimentales déterminées. On ne peut donc, *à priori*, admettre qu'un gaz est anhydre quand il a été mis en équilibre hygroscopique avec une substance très-avide d'eau comme le chlorure de calcium ou l'acide sulfurique.

» Les réactions si délicates et si sensibles de l'analyse spectrale suffiraient pour démontrer cette vérité, si d'autres observations ne venaient les justifier. On sait, en effet, depuis les précieux travaux d'analyse spectrale de Plücker, appliquée aux gaz, que, quelque soin qu'on apporte pour dessécher les gaz destinés aux tubes de Geissler, on ne peut se débarrasser complétement des raies caractéristiques de l'hydrogène, et que ces raies mettent en évidence la présence de la vapeur d'eau, malgré l'extrême rareté du milieu gazeux sur lequel on opère et malgré la puissance nécessairement limitée de la réaction spectrale.

» Si les gaz desséchés ne subissent, comme nous l'admettons, qu'une condition d'équilibre avec les substances desséchantes, on doit croire que leur état hygroscopique varie avec leur affinité pour l'eau et que ceux qui sont plus solubles pourront retenir une proportion de vapeur d'eau plus grande dans les mêmes conditions physiques.

» S'il en est ainsi, les faits connus sur la liquéfaction des gaz, en fonction de la température et de la pression, doivent en être affectés sensiblement, et, par suite, comme les vapeurs se comportent autrement que les gaz permanents dans ces conditions, la loi de Mariotte, vérifiée avec des gaz qui ne seraient pas tout à fait anhydres, devra en être affectée elle-même avec des intensités et dans des sens différents qui devront nécessairement varier avec les propriétés hygroscopiques des gaz.

» Tous les faits connus et bien observés tendent à justifier cette interprétation. Ainsi dans les vérifications faites de la loi de Mariotte appliquée aux différents gaz, depuis les expériences de Despretz jusqu'aux travaux si précis de M. Regnault, on voit les gaz déroger à la loi à peu près dans l'ordre de leur solubilité; c'est-à-dire que les gaz plus solubles, qu'on peut supposer par là même plus difficiles à dessécher, offrent une compressibilité plus grande que celle de l'air, tandis que l'hydrogène, qui est le moins soluble

des gaz, offre une compressibilité moins grande. Si l'on considère que les écarts observés se manifestent surtout à des pressions qui peuvent modifier l'état aériforme de la vapeur d'eau que nous supposons combinée aux fluides élastiques, on reconnaîtra que ces écarts, qui infirment la précision de la loi de Mariotte, peuvent s'expliquer par la présence de petites fractions de cette vapeur d'eau qui ont résisté à la puissance des agents dessiccants.

» Pouillet, dans ses mémorables expériences sur la loi de Mariotte et la liquéfaction des gaz, a fait cette importante observation que, dans la compression des gaz liquéfiables sous pression, il reste toujours une certaine quantité de gaz qui résiste à la liquéfaction, alors même que l'on augmente beaucoup la pression normale. Ces observations ne justifient-elles pas complétement notre hypothèse de la présence inévitable de la vapeur d'eau dans tous les gaz réputés secs? Dans ce cas, les pressions, déterminées par Pouillet et par d'autres expérimentateurs pour produire la liquéfaction, s'appliqueraient à des hydrates (1), tandis que les gaz qui ont résisté à la liquéfaction dans les expériences de Pouillet seraient des gaz moins hydratés, qui ne pourraient se liquéfier que dans d'autres conditions.

» Dans cet ordre d'idées, on ne connaîtrait pas de gaz liquéfiés parfaitement anhydres.

» Ces observations, si elles sont fondées, fourniront, sans doute, les moyens de préparer, sinon des gaz tout à fait anhydres, mais au moins des gaz desséchés à un degré tel, qu'ils pourront se comporter sous pression comme les gaz peu solubles et peu avides d'eau qui, à l'exemple de l'air atmosphérique, se conforment approximativement à la loi de Mariotte. Cette loi serait une vérité pour les gaz anhydres, et les écarts observés ne seraient que ce que l'on peut appeler, à juste titre, des perturbations expérimentales. Il en sera probablement de même de toutes les grandes lois

(1) Il paraît nécessaire de faire remarquer que M. Dubrunfaut emploie sans doute ici le mot *hydrate* dans un sens différent de celui qu'il reçoit dans la nomenclature chimique ordinaire. S'il en était autrement, son opinion serait en désaccord absolu avec les faits connus de tous ceux qui se sont occupés de la liquéfaction des gaz.

S'il s'agit seulement de traces insaisissables de vapeur aqueuse et de leur influence présumée sur les gaz liquéfiables, on peut se demander si M. Dubrunfaut a bien tenu compte des nombreux résultats, si concordants d'ailleurs, qu'a fournis l'étude de la densité des vapeurs et de l'impossibilité où l'on est de leur appliquer sans correction la loi de Mariotte au voisinage du point d'ébullition des substances qui les produisent? (J. D.)

physiques comme la loi de Dulong et la loi de Prout, que l'expérience est impuissante à justifier.

» On savait, par l'observation unique et capitale de M. Regnault, que l'acide carbonique se conforme à la loi de Mariotte à la température de 100 degrés. M. Amagat, dans une intéressante communication, vient d'étendre l'importante observation de M. Regnault à l'acide sulfureux et à l'ammoniaque, et il est probable que la loi se justifierait, avec la même perfection, pour tous les gaz hydratés pris à une température qui préserverait de la liquéfaction la vapeur d'eau libre ou combinée qu'ils renferment inévitablement dans l'état actuel de l'art des expériences. »

ÉLECTRICITÉ. — *Des effets lumineux produits par l'induction électrostatique dans les gaz raréfiés. — Bouteille de Leyde à armatures gazeuses.* Note de **M. F.-P. Le Roux.**

« I. Dans une précédente communication, j'ai décrit un certain nombre d'expériences qui mettent en évidence l'induction qui s'opère au sein des gaz raréfiés, dans des vases formés d'une matière isolante continue et sans aucune communication métallique avec l'extérieur. Ces effets se manifestent par de véritables courants, qui illuminent les masses gazeuses au sein desquelles ils se propagent.

» Les faits dont il s'agit ont des conséquences intéressantes au point de vue de l'explication de certains phénomènes météorologiques. Ils doivent jouer un rôle important dans les manifestations lumineuses de l'électricité du globe auxquelles on donne le nom d'*aurores polaires*, et la partie diffuse des lueurs qui les constituent me paraît devoir être attribuée à une induction électro-statique dont les couches supérieures de l'atmosphère seraient le siége, sous l'influence des décharges de l'aurore.

» Cette même induction, s'opérant dans les couches raréfiées de l'atmosphère, me semble fournir l'explication d'une circonstance remarquable qui accompagne souvent l'éclat de la foudre. Lorsque l'éclair éclate, il se produit une illumination qui envahit les parties complétement sereines du ciel, quand il s'en trouve; les circonstances de ce phénomène ne me paraissent pas permettre de l'expliquer par une phosphorescence proprement dite de l'atmosphère; il me semble qu'on doit plutôt y voir la manifestation du choc en retour qui doit s'opérer dans les parties supérieures de l'atmosphère, au moment où, par l'effet de la décharge qui constitue l'éclair, les nuées se reconstituent à l'état neutre.

» Quant aux *éclairs* dits *de chaleur*, qui s'observent par un ciel serein à une certaine hauteur au-dessus de l'horizon, ils n'ont sans doute pas d'autre cause.

» II. L'induction électro-statique des masses gazeuses raréfiées paraît s'opérer avec instantanéité à travers les enveloppes isolantes : c'est du moins ce qui semble résulter du fonctionnement de l'appareil que j'ai réalisé et dans lequel l'illumination se produit sous l'influence d'un disque de caoutchouc denté préalablement électrisé. On remarque, en effet, que l'éclat de l'illumination croît avec la vitesse du disque. Cette circonstance est peu favorable à l'opinion d'après laquelle l'influence s'exercerait à travers les di-électriques par une polarisation des couches successives; il faudrait alors que cette polarisation fût instantanée et on ne verrait plus en quoi devrait consister la différence entre les corps isolants et les conducteurs.

» III. Des tubes remplis de gaz raréfiés et armés de fils métalliques scellés à leurs extrémités, comme les tubes dits de Geissler, mais terminés extérieurement par des boules pour éviter que les fils n'agissent à la façon des pointes, peuvent servir avantageusement pour démontrer les mouvements d'électricité auxquels donne lieu l'influence, notamment ceux du choc en retour. J'ai réalisé ces expériences, mais l'honneur en revient à M. G. Govi, de Turin, qui a très-ingénieusement employé ce moyen de démonstration en remplacement des conducteurs métalliques armés de pendules, de la grenouille électroscopique et des autres dispositions habituellement employées dans cette partie de l'étude de l'électricité (1). Ces conducteurs lumineux lui ont aussi servi à manifester les phénomènes de l'induction de divers ordres en les interposant dans de longs circuits métalliques.

» IV. Dans le cours des expériences auxquelles j'ai eu l'occasion de soumettre les gaz raréfiés, j'ai remarqué que le verre se chargeait par l'intermédiaire des conducteurs gazeux avec la même facilité qu'au moyen des conducteurs métalliques. J'ai été ainsi amené à construire une bouteille de Leyde dans laquelle les armatures métalliques sont remplacées par du gaz raréfié : elle se compose d'un premier tube fermé, enveloppé par un second auquel il est soudé; chacun des tubes est muni d'un fil de platine; le vide y est fait jusqu'à 3 millimètres environ. Un tel système se charge comme une bouteille de Leyde de mêmes dimensions; les résidus paraissent y être

(1) *Gazette officielle du Royaume d'Italie*, n° 49; 1865.

moins abondants que dans les bouteilles ordinaires; mais cette question demande, pour être résolue, des expériences plus multipliées.

» En résumé, les gaz raréfiés se comportent identiquement comme des conducteurs métalliques. Il est à signaler qu'un tel milieu formé en pointe agit comme un métal façonné de la même manière et manifeste les mêmes effets de tension : à un tel point que, dans les vases de verre destinés à contenir des gaz en vue des expériences dont il vient d'être question, il faut éviter tout effilement des tubes donnant à la surface intérieure la forme d'une pointe aiguë. Si cette circonstance se présente, et qu'on vienne à électriser fortement le gaz intérieur, on voit le plus souvent l'électricité se frayer un passage à travers le verre en cet endroit, et si celui-ci se trouve trop épais, l'électricité, au lieu de s'ouvrir un chemin direct, décolle le petit bouton de verre fondu qui termine d'habitude les effilements fermés à la lampe. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la constitution chimique de la matière amylacée.* Note de **M. Musculus**, présentée par M. Boussingault.

« Quand on met l'amidon en contact avec une solution de diastase à la température de 60 à 75 degrés, jusqu'à ce que l'iode ne colore plus la liqueur ni en bleu ni en rouge, il se dédouble en glucose et dextrine, dans le rapport de 1 partie de la première à 2 de la seconde, ainsi que je l'ai observé en 1860 (*Comptes rendus*, t. L, p. 785.) Mais avant d'arriver à ce degré de saccharification, il passe par un état intermédiaire où il est colorable par l'iode en violet, ou rouge violet au lieu de l'être en bleu. On lui donne alors le nom de *dextrine*, corps que l'on considère comme une modification isomérique de l'amidon.

» En me fondant sur une observation de M. Payen, d'où il résulte que la formation de cette dextrine et de celle de la glucose ont toujours lieu simultanément, et sur les vues théoriques développées par M. Berthelot dans sa *Leçon sur les sucres* (1863), j'ai pensé que la dextrine colorable en violet par l'iode était le produit d'un premier dédoublement, et que la quantité de sucre obtenue avec la diastase représentait au moins deux équivalents.

» Pour arriver à démontrer la justesse de cette hypothèse, j'ai fait des expériences dans le but d'obtenir un point d'arrêt dans la saccharification de l'amidon, au moment où le liquide se colore en violet avec l'iode, mais je n'ai pas réussi.

» J'ai alors cherché à isoler la dextrine, afin de pouvoir comparer ses métamorphoses avec celles de l'amidon.

» Quand elle est dissoute dans l'eau et qu'elle est mêlée avec de la glucose, de l'amidon soluble et de la dextrine non colorable par l'iode, il est impossible de la séparer complétement de tous ces corps. Mais on peut l'obtenir à l'état insoluble de la manière suivante.

» On sait qu'en chauffant de l'amidon en vase clos, à 100 degrés, avec de l'acide acétique cristallisable, on forme de l'amidon soluble. Il n'en est plus de même si l'on emploie de l'acide additionné d'un peu d'eau, $\frac{1}{10}$ environ; on obtient alors un mélange de glucose et d'un résidu insoluble dans l'eau, qui, au premier abord, paraît ne pas différer de l'amidon : les grains, vus au microscope, ont à peu près conservé leur forme; mais, au lieu de se colorer en bleu avec l'iode, ils prennent une teinte rougeâtre. Bouillis dans l'eau, ils s'y dissolvent en partie, sans former d'empois, et l'iode colore le liquide en violet. L'expérience réussit mieux avec la fécule de pomme de terre : les grains de fécule offrent plus de résistance à la désorganisation que les grains d'amidon.

» Ce résidu, débarrassé par des lavages à l'eau froide de toutes les parties solubles qui l'accompagnent, a un aspect gélatineux qui devient corné par la dessiccation. Il est composé, en grande partie, de dextrine insoluble. Mis en contact avec une solution de diastase, il s'y dissout en laissant un petit résidu dont je parlerai plus loin. Pour déterminer la proportion de sucre produit dans cette réaction, on filtre, et, après s'être assuré que la liqueur limpide ne se colore plus, ni en bleu, ni en rouge, avec l'iode, on dose la glucose, puis on y ajoute quelques gouttes d'acide sulfurique; on chauffe en vase clos jusqu'à saccharification complète et l'on fait un nouveau dosage. On constate alors que la quantité de sucre formé par la diastase ne dépasse pas 23 pour 100. Comme l'amidon, traité de la même manière, en fournit 33 pour 100, il est évident que la dextrine colorable en violet par l'iode n'est pas une modification métamérique de la matière amylacée, mais qu'elle doit être considérée comme cette matière, moins du sucre, lequel a été détaché par l'acide acétique, où on le retrouve en dissolution.

» La dextrine insoluble renferme toujours quelques grains de fécule non attaqués, de sorte que le chiffre de 23 pour 100 est trop fort. D'un autre côté, le dédoublement obtenu avec l'acide acétique n'est pas absolument net, il se forme, en même temps que la glucose et la dextrine, une certaine quantité d'amidon soluble, et la dextrine elle-même se dissout en partie. Il est donc impossible de déduire de cette expérience une formule rationnelle

exacte de la matiere amylacée. Le minimum de sucre que j'ai obtenu jusqu'ici avec une dextrine complétement débarrassée de fécule, a été de 20 pour 100, ou $\frac{1}{5}$. Ce corps serait alors un penta-saccharide de la 10^e espèce (Nomenclature de M. Berthelot). La dextrine obtenue avec la diastase et qui ne se colore plus avec l'iode, un tétra-saccharide de la 8^e espèce, et la matière amylacée un hexa-saccharide de la 12^e espèce. Il est possible que la condensation soit plus grande, mais elle ne peut pas être moindre.

» En chauffant de la fécule au lieu d'amidon avec de l'acide acétique cristallisable pur, on obtient encore de la dextrine insoluble, mais on ne constate, après la réaction, qu'une très-faible réduction de la liqueur bleue. Il est probable que le sucre, faute d'eau, s'est détaché à l'état de glucosane. La même chose arrive dans la fabrication de la gommeline du commerce par le procédé de M. Payen. Ce produit donne, en effet, bien moins de glucose avec la diastase que la fécule d'où il provient, et de plus, il cède à l'alcool concentré une substance gommeuse qui ne réduit pas la liqueur bleue et dont la solubilité dans l'alcool approche beaucoup de celle de la glucose.

» Le résidu que laisse la dextrine insoluble après l'action de la diastase est constitué par la partie la plus fortement organisée du grain d'amidon; se rapprochant de la cellulose, il se colore avec l'iode en rouge jaunâtre, et après avoir été mouillé avec de l'acide sulfurique concentré, en beau bleu. Ce corps ressemble beaucoup, par ses propriétés, à la substance amyloïde qu'on trouve dans l'économie animale après certaines maladies.

» La partie que la diastase dissout paraît être identique avec le glycogène. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur les éthers du phénol;* par **M. E. Lippmann**.

« 1° *Éthylène-diphénol.* — La Note préliminaire de M. E.-L. Burr sur ce sujet, dans le *Zeitschrift für Chemie*, 6^e cahier, 1869, n'est venue à ma connaissance qu'après l'achèvement de mon travail.

» Les éthers du phénol ont d'abord été préparés par M. Cahours par l'action du phénol potassé sur un iodure alcoolique correspondant, par exemple l'iodure de méthyle. De cette manière, il apprit à connaître l'anisol $\left.\begin{matrix} C^6H^5 \\ C\,H^3 \end{matrix}\right\} O$, ainsi que le phénétol $\left.\begin{matrix} C^6H^5 \\ C^2H^5 \end{matrix}\right\} O$.

» On pouvait penser que, par l'introduction d'un radical polyatomique

tel que $C^2H''^4$ ou $C^3H'''^5$, dans la molécule doublée ou triplée du phénol, on obtiendrait des corps d'une structure analogue, par exemple :

$$C^2H^4 \begin{cases} C^6H'^5.O \\ C^6H^5.O \end{cases} \quad \text{ou} \quad C^3H^5 \begin{cases} C^6H^5.O \\ C^6H^5.O \\ C^6H^5.O \end{cases}$$

La nature polyvalente de l'éthylène ou de l'allyle aurait uni deux ou trois groupes de C^6H^5O. Guidé par ces considérations, j'ai fait agir 1 molécule de bromure d'éthylène sur 2 molécules de phénol potassé. Je fais dissoudre les deux composés dans l'alcool absolu dans les proportions indiquées, et je fais chauffer au bain-marie ce mélange pendant une ou deux heures. L'appareil est muni d'un réfrigérant ascendant. Lorsque la réaction est achevée, le contenu du matras, qui est liquide à la température du bain-marie, se prend en une bouillie cristalline pendant le refroidissement, à l'exception du bromure de potassium; on fait cristalliser immédiatement dans l'alcool absolu, et l'on sépare ainsi du bromure de potassium insoluble dans ce véhicule. L'éthylène-diphénol cristallise en petites feuilles souvent irisées, fusibles à 95 degrés C., complétement insolubles dans l'eau, peu solubles dans l'alcool froid, facilement solubles dans l'alcool bouillant et le chloroforme froid.

» Purifiée par plusieurs cristallisations dans l'alcool bouillant, la substance a été soumise à l'analyse. 0gr,260 de matière brûlés dans un courant d'air ont fourni 0,7500 CO^2 et 0,1498 H^2O.

	Trouvé.	Théorie, $\left.\begin{matrix}(C^6H^5)^2 \\ C^2H^4\end{matrix}\right\} O^2$.
C................	78,7	78,5
H................	7,0	6,5

La réaction peut donc être exprimée par l'équation suivante :

$$C^2H^4Br^2 + \left(\left.\begin{matrix}C^6H^5 \\ K\end{matrix}\right\} O\right)^2 = 2KBr + \left.\begin{matrix}(C^6H^5)^2 \\ C^2H^4\end{matrix}\right\} O^2.$$

» Le phénol potassé renfermant toujours de petites quantités de potasse caustique, qui agit sur le bromure d'éthylène bromé, il se forme une quantité correspondante d'éthylène bromé C^2H^3Br, qui s'échappe sous forme gazeuse.

» L'éthylène-diphénol n'est pas, comme on pourrait penser, un dérivé du glycol, mais un éther du phénol : c'est ce que démontre l'action du brome et de l'acide sulfurique.

» 2° *Acide éthylène-diphénolsulfurique.* — Lorsqu'on ajoute 2 à 3 parties en poids d'acide sulfurique concentré à de l'éthylène-diphénol chauffé à 120 degrés C. et par conséquent en fusion, le mélange rougit et se concrète en une masse qui renferme un acide sulfoconjugué et SO^4H^2. Pour transformer complétement l'éther, il faut chauffer pendant quelque temps au-dessus de 100 degrés. On dissout dans beaucoup d'eau, on neutralise par du carbonate de plomb, on filtre pour séparer le sulfate de plomb, on lave avec de l'eau bouillante et l'on évapore au bain-marie. L'éthylène-diphénolsulfate de plomb cristallise en feuilles solubles dans l'eau chaude, mais insolubles à froid.

» L'analyse du sel desséché à 120 degrés a fourni des nombres correspondant à la formule

$$\left.\begin{matrix} C^6H^4SO^3 \\ C^6H^4SO^3 \\ C^2H^4 \end{matrix}\ Pb''\right\} O^2.$$

$0^{gr},3312$ de matière ont fourni $0^{gr},172$ de $\left.\begin{matrix} SO^2 \\ Pb \end{matrix}\right\} O^2$, et $0^{gr},4022$ de matière ont fourni $0^{gr},435$ de CO^2 et $0^{gr},0784$ de H^2O.

	Trouvé.	Théorie.
C.	28,96	29,49
H.	2,2	2,0
Pb.	35,4	35,7

» 3° *Éthylène-diphénolsulfate de baryum.* — On obtient ce sel en neutralisant l'acide libre par le carbonate de baryum et en filtrant la solution bouillante. Il constitue une poudre cristalline fine, peu soluble dans l'eau bouillante, qui se précipite bientôt lorsqu'on évapore la solution au bain-marie. $0^{gr},315$ de matière desséchée à 120 degrés ont donné à la combustion, dans un courant d'air, $0^{gr},3756$ de CO^2 et $0^{gr},0662$ de H^2O; $0^{gr},2612$ de matière ont fourni $0^{gr},1184$ de sulfate de baryum :

	Trouvé.	Théorie, $\left.\begin{matrix} C^6H^4SO^3 \\ C^6H^4SO^3 \\ C^2H^4 \end{matrix}\ Ba\right\} O^2$.
C.	32,5	33,0
H.	2,3	2,3
Ba.	26,46	26,9

» La description des autres sels auxquels donne naissance cet acide sera l'objet d'une prochaine communication.

» 4° *Tétrabromure d'éthylène-diphénol.* — Lorsqu'on fait dissoudre

l'éthylène-diphénol dans le chloroforme (il est même très-soluble à froid) et qu'on y ajoute goutte à goutte une solution de brome dans du chloroforme, il se fait immédiatement un abondant dégagement de HBr.

» Pour achever la réaction, on chauffe pendant quelques heures à 100 degrés en tube scellé. Le contenu du tube consiste en tétrabromure presque insoluble dans le chloroforme; on le sépare de l'éthylène-diphénol non attaqué en le faisant cristalliser dans du chloroforme bouillant. Il constitue alors de petites aiguilles enchevêtrées, fusibles au-dessus de 100 degrés.

» I. $0^{gr},3004$ de matière brûlés dans un courant d'air ont donné $0^{gr},3546$ CO^2 et $0^{gr},0534$ H^2O;

» II. $0^{gr},2118$ de matière ont donné $0^{gr},2444$ CO^2 et $0^{gr},0440$ H^2O;

» III. $0^{gr},1904$ de matière ont donné $0^{gr},2686$ de AgBr.

	I.	II.	III.	$\left.\begin{matrix} C^6H^3Br^2 \\ C^6H^3Br^2 \\ C^2H^4 \end{matrix}\right\} O^2$.
C...........	31,1	31,4	»	31,6
H...........	1,9	2,3	»	2,0
Br..........	»	»	60,0	60,3

» Au point de vue théorique, il est intéressant de réduire l'éthylène-diphénol.

$$\left.\begin{matrix} C^6H^5.O \\ C^2H^4 \\ C^6H^5.O \end{matrix}\right\} Br^2 \quad \text{donnerait} \quad \begin{matrix} C^6H^5 \\ C^2H^4 \\ C^6H^5 \end{matrix}$$

» On connaît deux carbures d'hydrogène, isomères de cette composition : le dibenzyle (Rossi) et le ditolyle que M. Fittig a préparé en faisant agir le sodium sur le toluène bromé.

» Des essais que j'ai commencés, à l'effet de réduire l'éthylène-diphénol par le zinc en poudre, jetteront peut-être quelque lumière sur la question de la constitution du dibenzyle et du ditolyle.

» La constitution du véritable éthylène-diphényle serait $C^6H^5CH^2$, $C^6H^5CH^2$, tandis que celle de son isomère serait $C^6H^5.CH^3$, $C^6H^5.CH$.

» Ce travail a été fait dans le laboratoire de M. Bauer, professeur à l'Institut polytechnique de Vienne.

» J'aurai l'honneur de communiquer prochainement à l'Académie les résultats de mes recherches sur la réduction de ces éthers et des anisols en carbure d'hydrogène, par la poussière de zinc, et sur les propriétés de l'amylène-diphénol. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nouvelle méthode générale de production et de préparation des nitriles*; par **M. L. Henry.**

« On sait, à la suite des expériences de M. Kekulé, avec quelle facilité le pentasulfure de phosphore Ph^2S^5 échange son soufre contre de l'oxygène; on sait, en même temps, le peu d'affinité que manifestent en général les nitriles pour l'hydrogène sulfuré : ceux de la série *grasse* ne s'y combinent, en effet, que fort difficilement (1), et quant aux combinaisons que ce corps forme avec les nitriles aromatiques, on peut l'en éliminer fort aisément.

» Cette double circonstance nous a fait concevoir la possibilité de transformer les *amides* en *nitriles,* à l'aide du pentasulfure de phosphore. Sous l'action de ce corps, les amides se transformeraient virtuellement en *amides sulfurées* ou en sulfhydrates de nitriles devant se dédoubler en nitriles et en hydrogène sulfuré :

$$\left(\begin{matrix} C^2H^3O \\ H^2 \end{matrix}\right\} Az \Big)^5 + Ph^2S^5 = \left.\begin{matrix} \begin{matrix} C^2H^3S \\ H^2 \end{matrix}\Big\} Az \\ (C'''^2H^3)Az + H^2S \end{matrix}\right\} + Ph^2O^5.$$

» L'expérience a pleinement confirmé nos prévisions. Sous l'action du pentasulfure de phosphore, les amides se transforment effectivement en nitriles et d'une manière fort nette; il se forme en même temps de l'anhydride phosphorique, et il se dégage abondamment de l'hydrogène sulfuré. Cette réaction ne s'accomplit pas à froid, mais sous l'action d'une légère élévation de température. Nous l'avons réalisée jusqu'ici sur l'*acétamide* et la *benzamide*. Les proportions les plus avantageuses que nous avons trouvées sont celles qu'indique l'équation ci-dessus, 1 molécule de pentasulfure pour 5 molécules d'amide. Voici quelques détails au sujet de nos expériences.

» *Acétamide.* — Dans une cornue tubulée, assez spacieuse à cause du boursouflement de la masse, munie d'un thermomètre et communiquant avec un réfrigérant, on introduit le mélange d'amide et de pentasulfure, dans les proportions indiquées. On chauffe légèrement. La masse se fond en un liquide brun, et bientôt la réaction commence avec assez d'intensité; il se produit une vive effervescence d'hydrogène sulfuré, qui boursoufle la masse liquide; il distille en même temps un liquide très-mobile, coloré en

(1) Arm. Gauthier, *Bulletin de la Société Chimique de Paris*, t. VIII, p. 291; 1867.

jaune rougeâtre, et le thermomètre marque environ 80 degrés. Cette première phase de l'opération passée, on peut continuer à distiller régulièrement. La distillation s'achève mieux dans un bain d'huile qu'à feu nu. Il reste dans la cornue une masse noirâtre, solide, boursouflée.

» Dans une de nos opérations, 123 grammes d'acétamide nous ont donné environ 45 grammes de produit brut, ayant distillé jusqu'à 100 ou 105 degrés; au delà de cette température, il ne passe presque plus rien; le rendement théorique aurait dû être 85 grammes.

» Le produit de cette distillation, qui exhale une forte odeur sulfhydrique, est en presque totalité de l'acétonitrile $(C^2H^3)Az$. Pour le purifier, nous l'avons agité avec une solution concentrée de soude caustique, dans laquelle l'acétonitrile ne se dissout que peu ou point, puis mis en digestion avec du massicot. Desséché à l'aide du chlorure de calcium, il a passé, dès la première rectification, de 80 à 85 degrés, en presque totalité. On en retire aisément de l'acétonitrile pur, bouillant à 82 degrés.

» *Benzamide.* — Nous avons opéré de la même manière avec la benzamide, et constaté à peu près les mêmes phénomènes; seulement la masse se boursoufle beaucoup moins pendant la première phase de l'opération. Peut-être est-ce parce que nous n'avons opéré que sur des quantités de matière beaucoup moindres. Nous n'avons, en effet, jamais employé dans nos essais au delà de 40 grammes de benzamide.

» L'opération marche ici avec une grande régularité; c'est une véritable distillation. Le produit de cette distillation, jusqu'à environ 200 degrés (au delà, il ne passe presque plus rien), n'est que faiblement coloré en jaune; c'est du benzonitrile presque pur, saturé seulement d'acide sulfhydrique. Nous l'avons agité avec une lessive concentrée de soude caustique; après dessiccation sur du chlorure de calcium, il a passé presque en totalité et fixe à 187 degrés (non corrigé). Nous n'avons obtenu non plus qu'environ 40 à 50 pour 100 au maximum du rendement théorique.

» Après le refroidissement, on trouve dans la cornue, outre l'anhydride phosphorique, qui est facilement discernable, une masse brune, d'abord poisseuse, mais devenant dure et cassante avec le temps. Ce corps est insoluble dans l'eau et extrêmement peu soluble dans l'alcool et l'éther; il se sublime au-dessus de 360 degrés. Nous nous proposons de reprendre l'étude de ce résidu intéressant, d'une manière plus précise; mais nous ne doutons pas, dès à présent, que ce soit de la *cyaphénine* $(C^7H^5)^3Az^3$, produit polymère de benzonitrile $(C'''^7H^5)Az$, découvert et décrit par

M. Cloëz (1). Ce corps se produit en quantité très-notable, et c'est à sa formation que le rendement de nos opérations a dû de n'être pas plus avantageux.

» L'an dernier, un des élèves de M. Kolbe, M. A.-G. Bayer, a signalé l'existence et décrit sommairement (2) les propriétés du polymère correspondant de l'acétonitrile $(C^2H^3)^3Az^3$. Nous sommes occupé à rechercher ce corps dans les résidus de nos différentes préparations d'acétonitrile; c'est peut-être également à sa formation que nous devons de n'avoir recueilli non plus de ce produit que 50 pour 100 environ, et même moins, de la quantité théorique calculée.

» Nous nous sommes assuré, par des expériences directes, qu'il y a plutôt désavantage, au point de vue du rendement final et de la régularité de la marche de l'opération, à augmenter notablement la proportion théoriquement nécessaire du pentasulfure.

» Ainsi qu'on l'aura déjà remarqué, le pentasulfure de phosphore réagit, en dernière analyse, dans sa réaction sur les amides, de la même manière que le pentachlorure $PhCl^5$, en donnant des produits identiques ou analogues.

» Nous ferons remarquer, en finissant, que le pentasulfure de phosphore est un corps qui se prépare, d'après les excellentes indications de M. Kekulé, *très-facilement* et de *la façon la plus expéditive,* sans nulle comparaison avec l'anhydride phosphorique ou le pentachlorure $PhCl^5$; dont le maniement, facile et sans danger, n'offre ni les difficultés ni les désagréments qui entourent et gênent souvent l'emploi de ces deux autres réactifs; aussi croyons-nous que la réaction que nous venons d'indiquer pourra être utilisée avantageusement, dans certains cas, comme mode de préparation des nitriles.

» Des expériences se poursuivent dans notre laboratoire, pour étendre cette réaction à d'autres composés que ceux que nous avons essayés jusqu'ici. »

SÉRICICULTURE. — *Sur la maladie des morts-flats et sur le moyen de la combattre.* Note de **M. Raybaud-Lange**, communiquée par M. le Maréchal Vaillant.

« Des expériences successives viennent de me démontrer que la flâcherie est généralement occasionnée par l'action délétère des gaz ammoniacaux

(1) *Bulletin de la Société chimique de Paris,* séance du 9 décembre 1859.

(2) *Zeitschrift der Chemie,* t. IV, p. 514; 1868.

qui se dégagent des litières, surtout après la quatrième mue, alors qu'elles sont chargées de crottins volumineux et humides, et sous l'influence d'une température chaude électrique.

» Voulez-vous une preuve de l'effet nuisible des gaz ammoniacaux? Placez des vers sous une cloche, et, à côté d'eux, un godet rempli d'ammoniaque liquide. Au bout d'une heure tout sera *mort-flat*.

» Pour se garantir de la flâcherie, rien n'est plus facile : dès que vous apercevez un seul cas, délitez avec des filets de papier, si c'est possible; la litière est ainsi immédiatement isolée. Faites des feux de flammes fréquents et renouvelez l'air. Enfin le soir, répandez du vinaigre ou de l'acide acétique (vinaigre de bois du commerce) en abondance sur le sol, et, au dernier repas, donnez de la feuille légèrement humectée avec du vinaigre. Le but de cet agent est de neutraliser par combinaison les matières ammoniacales.

» Continuez ce même régime tant que le danger n'aura pas disparu; pourtant le délitage peut ne se faire que tous les deux jours.

» Réchauffez les vers, si le temps est humide, au moment de la montée : vous éviterez ainsi la flâcherie, et la réussite sera assurée. »

PHYSIOLOGIE. — *Recherches sur l'action physiologique des stannéthyles et des stanméthyles.* Note de **MM. F. Jolyet** et **André Cahours**, présentée par M. Cahours.

« Les expériences de Proust, ainsi que celles de Bayen et Charlard, ont prouvé que l'étain n'était pas vénéneux, et l'emploi de ce métal à haute dose, comme vermifuge, en médecine, le montre du reste surabondamment. Il est certain que cette innocuité de l'étain est due à l'insolubilité presque absolue de ce métal dans les liquides de l'organisme, et par suite à sa non-absorption. Mais il n'en n'est pas de même de certaines préparations d'étain employées dans l'industrie, qui ont été quelquefois la cause d'empoisonnement chez l'homme, et que les expériences d'Orfila sur les animaux ont démontré être parfaitement toxiques. Tel est le protochlorure d'étain.

» Quoi qu'il en soit de ces faits, l'action des sels d'étain est encore peu connue, et, quant à ce qui est des combinaisons de ce métal avec les radicaux alcooliques, on ne possède aucunes données sur leur mode d'action propre.

» Ce sont les résultats de nos recherches sur ce point que nous avons l'honneur de présenter aujourd'hui à l'Académie.

» On sait, d'après les recherches de MM. Löwig, Cahours et Franckland, qu'on peut remplacer dans le perchlorure d'étain représenté par la formule

$$Sn^2Cl^4 = 4 \text{ vol. de vapeur}$$

2, 3 ou 4 équivalents de chlore par un nombre égal d'équivalents d'un radical alcoolique, d'éthyle par exemple; on engendre ainsi la série des composés

$$Sn^2E^2Cl^2,\quad Sn^2E^3Cl,\quad Sn^2E^4,$$

les deux premiers pouvant changer leur chlore contre des proportions équivalentes d'oxygène, pour donner naissance aux composés :

» $Sn^2.E^2.O^2.$, qui joue le rôle d'une base faible, et

» $Sn^2.E^3.O.$, dont les propriétés alcalines rappellent celles de la potasse et de la soude.

» Non-seulement nous avons étudié les propriétés des composés

$$Sn^2E^2Cl^2,\quad Sn^2E^2I^2,\quad Sn^2E^3Cl \quad \text{et} \quad Sn^2E^3I,$$

mais encore les combinaisons que les oxydes précédents forment par leur union avec les oxacides, et nous sommes arrivés à cette conclusion, que ces derniers fournissent des résultats semblables à ceux qu'on obtient avec les chlorures et iodures de distannéthyle et de tristannéthyle.

» L'insolubilité du peroxyde d'étain d'une part, et de l'autre son impuissance à s'unir aux acides ne nous ont pas permis d'étudier son action propre, comparativement à celle du perchlorure correspondant. Quant à ce dernier composé, ses propriétés irritantes et caustiques ne nous ont point permis non plus de reconnaître d'autres effets sur l'économie que ceux qui résultent de ces propriétés.

» Nous ne présenterons donc en ce moment à l'Académie que les résultats de nos recherches sur le mode d'action des composés éthylés et méthylés de l'étain. Dans l'énumération des effets physiologiques de ces composés nous réunirons ensemble ceux des iodure, chlorure et sulfate de distannéthyle d'une part, et ceux des iodure, chlorure et sulfate de tristannéthyle d'autre part, ces composés correspondants possédant une action semblable. Toutefois nous les rapporterons plus spécialement aux sulfates, qui, plus solubles et moins irritants que les chlorures, ont été mieux étudiés par nous. Nous parlerons en dernier lieu de l'action du peréthylure d'étain.

» 1° *Chlorure, iodure et sulfate de distannéthyle.* — Ces composés, sur les

effets desquels nous nous étendrons peu, sont moins toxiques que les sulfate, iodure et chlorure de tristannéthyle, dont ils se distinguent surtout par leurs propriété vomitives et purgatives énergiques. Soit qu'on les administre dans l'estomac, soit qu'on les injecte en solution sous la peau ou dans le sang, ils déterminent rapidement des nausées, des vomissements, des douleurs abdominales, des déjections liquides abondantes et répétées, une exagération considérable des mouvements péristaltiques et antipéristaltiques, et la congestion de tout le tube intestinal. Ces symptômes sont le plus souvent suivis de mort qui arrive dans le coma, et est précédée de convulsions cloniques générales.

» 2° *Iodure, chlorure et sulfate de tristannéthyle.* — Nos expériences ont porté sur des grenouilles et sur des mammifères. Si on introduit sous la peau de la patte d'une grenouille quelques cristaux de sulfate de tristannéthyle, par exemple, il y a d'abord une douleur vive causée par l'action locale; l'animal s'agite ensuite et saute pendant plusieurs minutes. Les premiers phénomènes résultant de l'absorption de la substance se manifestent après vingt à trente minutes. Ils consistent dans un affaiblissement graduel des mouvements volontaires, ainsi que des mouvements respiratoires, et bientôt l'animal n'exécute plus aucun mouvement spontané. Dans cet état, la grenouille a conservé, primitivement du moins, l'intégrité de ses actions réflexes et sa sensibilité périphérique, pour retomber aussitôt, après que celles-ci ont cessé, dans son état d'inertie antérieure. Cet état de stupeur ou d'engourdissement dure douze à vingt-quatre heures au plus, après quoi l'animal peut revenir à la vie normale. Le plus souvent cependant la mort a lieu. Ces actions réflexes et la sensibilité s'éteignent d'abord, les battements du cœur sont les derniers à persister.

» Chez les mammifères, les effets ne sont pas différents au fond de ceux que nous venons de signaler chez les grenouilles. Ces effets se produisent, soit qu'on introduise la substance dans l'estomac, soit qu'on l'administre sous la peau et dans le sang.

» Après des cris aigus de douleur que l'irritation locale fait pousser à l'animal, le premier phénomène qui se manifeste chez lui est une sorte d'ivresse qui s'en empare, sa démarche devient chancelante, il titube et tombe à chaque pas, le plus souvent sur le train postérieur dont la faiblesse est surtout marquée. Ces phénomènes sont particulièrement très-prononcés chez le chien, qui paraît en proie à des vertiges et n'évite plus les objets qui sont sur son chemin. L'affaiblissement musculaire augmente, et bientôt l'animal ne pouvant plus se tenir sur les pattes se couche sur le flanc, en proie

à un état d'assoupissement qui peu à peu le gagne et se change rapidement en un sommeil profond. L'animal n'exécute plus alors d'autres mouvements spontanés que les mouvements respiratoires, qui sont larges et plus lents.

» Dans cet état de stupeur de plus en plus profond, l'animal conserve sa sensibilité et ses mouvements réflexes; si l'on vient à pincer légèrement une patte, celle-ci se retire, et si l'excitation est plus forte, l'animal sort un instant de son sommeil, soulève la tête, qui retombe aussitôt, et il rentre et reste dans son état de stupeur cérébrale tant qu'une cause nouvelle ne vient pas l'en faire momentanément sortir.

» Cette période de somnolence et de calme dure deux, trois, quatre heures; alors se manifestent quelques convulsions fibrillaires dans les muscles des pattes; elles augmentent et deviennent de véritables convulsions cloniques générales; la respiration s'embarrasse, devient difficile, s'arrête et l'animal meurt. Si l'on ouvre alors la poitrine, on voit que le cœur continue de battre, les nerfs et les muscles sont normalement excitables. D'autres fois, quand la dose du poison est convenablement graduée, les convulsions se calment, l'animal sort peu à peu de son sommeil et revient à son état normal en restant toutefois quelques jours malade et abattu.

» Pour produire ces effets avec survie de l'animal, 5 à 8 centigrammes au plus de sulfate de tristannéthyle sous la peau suffisent chez un chien de moyenne taille, 2 centigrammes chez un lapin et un chat.

» 3° *Peréthylure d'étain.* — Chez les grenouilles, nous avons recherché l'action du peréthylure d'étain, en plaçant 1 à 2 gouttes du liquide sous la peau des pattes, et nous avons observé les mêmes effets que pour le sulfate de tristannéthyle. Chez les mammifères, l'action est aussi la même, même ivresse au début, même somnolence, mêmes convulsions de la fin.

» Le perétylure d'étain agit très-lentement sous la peau et souvent il ne cause la mort qu'après plusieurs jours. Pour constater les effets, il faut l'injecter dans l'estomac ou directement dans le sang.

» Nous n'avons pu déterminer d'une manière suffisamment exacte la dose toxique de la substance.

» Les respirations de l'animal exhalent nettement l'odeur éthérée du peréthylure d'étain.

» Pour nous résumer, nous dirons que les trois composés d'étain que nous avons étudiés portent tous leur action sur les centres nerveux dont ils engourdissent les propriétés en produisant un état de stupeur tout particulier, mais à des degrés divers. Les plus stupéfiants, à doses égales, sont les sels de tristannéthyle, puis le peréthylure d'étain et en dernier lieu les

sels de distannéthyle. Ces derniers composés jouissent surtout de propriétés purgatives énergiques.

» Tous ces composés altèrent plus ou moins la constitution du sang qui devient moins coagulable. Dans quelques cas même (sulfate de tristannéthyle) le sang a perdu toute coagulabilité et se sépare au sortir de la veine en sérum et en globules qui sont cohérents entre eux. »

ANATOMIE MICROSCOPIQUE. — *Recherches sur la structure intime du pancréas;* *par* **M. Giannuzzi.**

« On croit généralement que la structure du pancréas est identique à celle des glandes salivaires, mais ce que j'ai trouvé démontre le contraire, et on peut voir facilement qu'il y a des différences bien notables. J'espère faire hommage à l'Académie dans très-peu de temps de mon Mémoire *in extenso* avec les tableaux respectifs. Dès aujourd'hui je puis dire :

» 1° Les canaux excréteurs du pancréas ont des parois très-minces, qui sont tapissées intérieurement d'un épithélium cylindrique. Ils n'ont pas avec les vésicules sécrétoires les mêmes connexions que dans les glandes salivaires, mais ils établissent autour d'elles un réseau composé de tubes très-fins, qui n'ont aucun épithélium et qui entourent de leurs mailles les cellules pancréatiques. On peut comparer ce réseau à celui des conduits biliaires du foie.

» 2° Le réseau des canaux excréteurs des différentes vésicules qui forment le même lobule glandulaire ont des connexions entre eux et constituent un réseau commun.

» 3° Les vaisseaux sanguins du pancréas suivent, en général, par leurs ramifications terminales le trajet des conduits pancréatiques. Ils entourent les vésicules et les lobules glandulaires par leurs capillaires, qui sont interposés entre les mailles des conduits du pancréas.

» 4° Les vésicules pancréatiques n'ont aucune paroi.

» 5° L'épithélium pavimenteux des vésicules est formé de cellules aplaties, avec un noyau et un prolongement. Elles sont enfin très-semblables à celles des glandes salivaires. Cependant leur noyau s'aperçoit plus facilement, et leur protoplasma est plus granuleux et renferme des granulations graisseuses.

» 6° Je n'ai pas trouvé dans les vésicules glandulaires du chien, chez lequel j'ai fait mes recherches, le corps sémilunaire que j'ai découvert pour la première fois dans la glande sous-maxillaire du même animal (*Berichte d.*

Kön. Sachs Geselsch. der Wiss. Sitz., 25 nov. 1865). La présence de ce corps a été confirmée et trouvée encore chez d'autres animaux par MM. Kölliker, Heidenheim et Boll.

» Les injections des canaux pancréatiques ont été faites avec le bleu de Prusse, et celles des vaisseaux sanguins avec de la gélatine et du carmin. L'appareil que j'ai employé est l'appareil à pression continue de M. Ludwig; j'ai dû employer toujours une force très-petite, au plus celle qui est produite par une colonne de neuf ou dix centimètres de mercure. »

PHYSIOLOGIE. — *Étude d'une variété de bruit objectif de l'oreille, causé par la contraction involontaire du muscle interne du marteau, et coïncidant avec un tic de quelques rameaux de la branche maxillaire inférieure du nerf de la cinquième paire; par* **M. E. Leudet.** (Extrait.)

« ... J.Müller a écrit : « Une contraction involontaire du muscle interne » du marteau doit déterminer un bruit dans l'oreille. » Le fait suivant, que j'ai observé, me semble fournir la preuve de cette proposition. L'observation sur l'homme malade apporte ici un éclaircissement à la physiologie normale.

» Mme C., âgée de trente-neuf ans, a commencé à souffrir à l'âge de treize ans de douleurs névralgiques dans la tempe et le sourcil droit, avec tic des muscles du sourcil. Sous l'influence d'un traitement général, la névralgie et le tic diminuèrent, sans cesser. A l'âge de vingt-six ans, Mme C. commença à ressentir un bruit incommode dans l'oreille droite; ce bruit, imperceptible à distance par les assistants, s'accompagne d'un tic des muscles de la région sushyoïdienne droite. Ces deux phénomènes ont toujours persisté depuis. Après une rémission de quelques années, ces deux phénomènes ont repris une nouvelle intensité. Depuis trois ans, à la suite de chagrins, Mme C. a éprouvé en même temps la nuit, et l'hiver principalement, des accidents d'anémie locale avec amyosthénie momentanée dans plusieurs doigts d'abord, et ultérieurement dans tous les doigts de la main droite, et même parfois de la main gauche. L'oreille droite n'a présenté ni surdité, ni écoulement, ni même aucune espèce de douleur.

» Actuellement, Mme C. présente un léger tic de l'extrémité interne du sourcil droit, sans trouble des muscles des paupières ou de l'œil, sans aucun trouble de la vue. Le muscle milohyoïdien droit et le ventre antérieur du digastrique sont agités de mouvements dont le rhythme est absolument le même que celui du sourcil droit. Il existe des douleurs spontanées dans

la tempe et le sourcil droit : aucun dans le menton. La sensibilité est conservée. Le côté droit du voile du palais est agité d'un mouvement d'élévation, avec déduction légère de l'isthme, la pointe de la luette drigée à droite. Ces mouvements sont synchrones à ceux du tic double de la face.

» L'oreille droite est le siége d'un bruit, sorte de cliquetis double, formé d'un bruit métallique sec, suivi d'un autre plus faible, sorte d'écho. Ce bruit mérite bien la dénomination de *craquement sec*, donnée par Toynbee. Ce cliquetis est synchrone avec les mouvements spasmodiques du côté droit du voile, du sourcil et de la région sushyoïdienne droite. Jamais le bruit ne coïncide avec les mouvements du pouls. La membrane tympanique est agitée de mouvements.

» Ces divers symptômes se rattachent à une névralgie de la branche maxillaire supérieure de la cinquième paire, avec tic de la septième, et à un tic du rameau que la branche maxillaire inférieure fournit au muscle interne du marteau, par l'intermédiaire du ganglion otique.

» Ainsi, la pathologie me semble démontrer la réalité de ce fait deviné par J. Müller, que la contraction involontaire du muscle interne du marteau peut produire un bruit dans l'oreille. »

A 5 heures, l'Académie se forme en comité secret.

La séance est levée à 5 heures trois quarts. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 31 mai 1869, les ouvrages dont les titres suivent :

Atlas des mouvements généraux de l'atmosphère, année 1865, *avril, mai, juin; rédigé par l'Observatoire impérial de Paris et publié sous les auspices du Ministre de l'Instruction publique*. Paris, 1869; in-folio oblong.

Mémoires sur la viticulture et l'œnologie de la Côte-d'Or; par M. DE VERGNETTE-LAMOTTE. Dijon, 1846; br. in-8°.

Matériaux pour la carte géologique de la Suisse, 6e livraison : *Jura vaudois*

et neuchâtelois; par M. Aug. JACCARD. Berne, 1869; 1 vol. in-4° avec 2 cartes et 8 planches.

Les eaux thermales du Mont-Dore, dans leurs applications à la thérapeutique médicale; par le Dr J. MASCAREL. Paris, 1869; br. in-8°.

Rapport sur l'ostréiculture à Arcachon, Hayling et Trieste; par M. L. SOUBEYRAN. Paris, sans date; br. in-8°.

Bulletin de la Société industrielle d'Angers et du département de Maine-et-Loire, 1867-1868. Angers, 1868; in-8°.

Bulletin et Mémoires de la Société médicale des hôpitaux de Paris, t. V, 2e série, 1868. Paris, 1869; 1 vol. in-8°.

Sujets de prix proposés par l'Académie impériale des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres de Toulouse, pour les années 1870, 1871 et 1872. Toulouse, sans date; opuscule in-8°.

Journal du ciel, 1re année; *par* M. J. VINOT. Paris, 1864; in-8°. (Adressé par l'auteur au concours Lalande, 1869.)

Les causes de l'attraction et des marées; par M. C. SALLES. Montaigu, 1869; opuscule in-8°.

Théorie du mouvement des corps célestes, etc.; par M. C. SALLES. Valognes, 1867; opuscule in-4°.

Pression stellaire ou pesanteur de l'infini; par M. C. SALLES. Valognes, 1869; in-folio.

(Ces trois opuscules sont adressés par l'auteur au concours du prix Lalande, 1869.)

Du gonflement du dos des mains chez les saturnins; par M. E. NICAISE. Paris, 1868, br. in-8°.

De l'aliénation mentale et du crétinisme en Suisse, etc.; par M. LUNIER. Paris, 1868; in-8°.

Études sur les médications arsenicale et antimoniale, et sur les maladies du cœur; par M. L. PAPILLAUD (Henri-Almès). Paris, 1867; in-8°.

Recherches cliniques sur la chorée, sur le rhumatisme et sur les maladies du cœur chez les enfants; par M. H. ROGER.

Du laryngoscope et de son emploi; par M. KRISHABER. Paris, 1869; in-8°.

Larynx (pathologie chirurgicale); par M. KRISHABER. Paris, 1869; in-8°.

Larynx (pathologie médicale); *par* MM. KRISHABER et PETER. Paris, 1869; in-8°.

(Ces sept derniers ouvrages sont adressés au concours des prix de Médecine et Chirurgie, 1869.)

Théorie des bruits physiologiques de la respiration; par M. L. BERGEON. Paris, 1869; br. in-8°.

Recherches sur la physiologie médicale de la respiration à l'aide d'un nouvel appareil enregistreur, l'anapnographe (spiromètre écrivant); *par* M. L. BERGEON. Paris, 1869; br. in-8°.

(Ces deux ouvrages sont adressés au concours du prix de Physiologie expérimentale, 1869.)

Sur les bactéries; par M. H. HOFFMANN, n^{os} 15 à 20 du *Botanische zeitung*, 1869. (Adressé au concours du prix Desmazières, 1869.)

Aufzeichnungen... *Observations sur les aurores boréales dans les années* 1858 *à* 1864; *par* M. A. WINNECKE. Saint-Pétersbourg, sans date; br. in-8°. (Présenté par Le Verrier.)

Karte... *Carte graphique de l'état sanitaire, de la mortalité et de la météorologie dans l'année administrative* 1866-1867; *par* M. A. HEIDENSCHREIDER. Herreiden, sans date; in-folio.

Verhandlungen... *Mémoire de la Société des Naturalistes de Bâle*, 5^e partie, 2^e livraison. Bâle, 1869; in-8°.

Ueber... *Sur la limite entre la formation jurassique et celle de la craie; par* M. P. MERIAN. Bâle, 1868; in-8°.

Kritische... *Étude critique de minéralogie microscopique; par* M. H. FISCHER. Fribourg, 1869; in-8°.

Nomenclature... *Nomenclature des maladies exposée par le Comité nommé par le Collége royal des Médecins de Londres.* Londres, 1869; in-8° relié.

Questioni... *Questions d'électrologie; par* M. G. CANTONI. Pavie, 1869; in-12.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 7 JUIN 1869.

PRÉSIDENCE DE M. CLAUDE BERNARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

« **M. Serret** offre à l'Académie de la part de l'auteur, *M. Achille Martinet*, Membre de l'Institut (Académie des Beaux-Arts), un exemplaire du portrait de Lagrange. Ce magnifique portrait, qui doit figurer en tête des Œuvres de l'immortel Géomètre, a été gravé par M. Martinet, sur l'invitation de S. Exc. le Ministre de l'Instruction publique, d'après le tableau de Heim appartenant à l'Institut. »

ÉLECTRO-CAPILLARITÉ. — *Septième Mémoire sur les actions électro-capillaires et leur intervention dans les fonctions organiques; par* **M. Becquerel**. (Extrait par l'auteur.)

« Le Mémoire que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie et qui contient la suite de mes recherches sur les courants électro-capillaires, agissant comme forces chimiques et forces physiques, est divisé en deux parties : la première traite particulièrement de la force électromotrice qui donne naissance à ces courants dans les espaces capillaires; la deuxième, de l'intervention des actions électrocapillaires dans les fonctions organiques.

» Il ne suffit pas effectivement de trouver un fait fondamental, il faut encore décrire la force qui le produit et déterminer son intensité; l'action de cette force est constante tant que les électrodes qui servent à transmettre

le courant dans un liquide ne sont pas polarisées. Dans les appareils électro-capillaires, les électrodes ne sont autres que les parois des espaces capillaires. Il faut choisir les liquides de telle sorte que ces parois ne se polarisent pas, c'est-à-dire ne se recouvrent pas de gaz ou d'autres substances donnant lieu à des courants dirigés en sens inverse; cette condition est remplie toutes les fois que l'un des liquides est oxydable et l'autre réductible.

» Dans les tableaux joints au Mémoire on trouve les forces électromotrices de plus de cent couples électro-capillaires donnant des courants constants. La plupart de ces forces sont les $\frac{4}{5}$ de celle du couple à acide nitre et à zinc amalgamé; elles agissent en outre dans de meilleures conditions.

» Avec les couples électro-capillaires, à forte tension et à courants constants, on forme des piles fonctionnant avec une régularité remarquable, à cause de la difficulté qu'éprouvent les liquides à se mélanger dans les fêlures de tubes ou au travers des tissus, condition nécessaire pour une longue durée.

» Ces piles seront employées avantageusement dans tous les cas où l'on a besoin d'actions électro-chimiques lentes, régulières et continues; quant à la quantité, on ne peut l'obtenir, vu le très-faible volume qu'occupe le liquide introduit dans la fêlure, par l'action capillaire, d'où résulte une grande résistance à la conductibilité.

» Deux couples préparés avec des tubes fêlés, une dissolution de monosulfure, de l'acide nitrique et des cylindres pleins et creux, en charbon de cornue, réunis en pile, décomposent l'eau avec un dégagement de gaz continu.

» Dans mon dernier Mémoire, j'ai montré que lorsqu'on formait un couple avec un tube fermé par l'une de ses extrémités avec du papier parchemin et rempli d'une dissolution d'aluminate de potasse, puis le plongeant dans une dissolution de nitrate de cuivre, on obtient, sur la face du papier parchemin en contact avec la dissolution d'aluminate, des cristaux d'alumine à 3 équivalents d'eau (gibsite, minéral dont on ne connaissait pas encore la cristallisation), et sur l'autre face, des cristaux d'oxyde hydraté de cuivre. En substituant d'autres dissolutions métalliques alcalines à celle d'aluminate, on a d'autres oxydes métalliques cristallisés.

» On explique comme il suit la formation de ces produits : la face de la cloison séparatrice en contact avec la dissolution d'aluminate de potasse, étant le pôle positif du couple, attire l'alumine qui joue le rôle d'acide

dans sa combinaison avec la potasse, tandis que l'oxyde de cuivre se dépose sur l'autre face en cristallisant.

» L'expérience suivante vient à l'appui de cette explication. Si l'on applique sur la face intérieure de la cloison de papier parchemin qui est en contact avec la dissolution d'aluminate une rondelle de platine, percée d'un grand nombre de très-petites ouvertures, on ne tarde pas à apercevoir des cristaux d'alumine se déposer sur cette rondelle. En plaçant l'appareil dans une étuve chauffée à 60 ou 80 degrés, on obtient des cristaux d'alumine de 1 à 2 millimètres de côté; ce résultat prouve que la rondelle de platine remplit les mêmes fonctions que la face intérieure de la cloison de papier.

» Il en est de même encore en appliquant une rondelle semblable sur la face extérieure; or, comme une seule de ces deux lames avec les deux liquides constitue un couple, il faut en conclure que les deux faces de la cloison remplissent les mêmes fonctions que la lame.

» Plusieurs expériences ont montré que les actions électro-capillaires ne donnent pas lieu à une production de chaleur appréciable à des thermomètres électriques indiquant des changements de température de $\frac{1}{20}$ de degré centigrade; l'expérience prouve également que les courants électro-capillaires ne produisent pas de courants dérivés, qui diminuent l'intensité du courant principal.

» Les courants électro-capillaires se trouvent donc dans de meilleures conditions que les courants voltaïques pour opérer des décompositions, l'expérience suivante en fournira une nouvelle preuve.

» Un couple à acide nitrique, en prenant pour électrodes deux lames de platine, décompose l'eau et une dissolution de sulfate de cuivre avec réduction du métal; en opérant de la même manière avec des dissolutions de nitrate de cobalt et de nickel, il se dépose sur la lame négative une poudre noire de cobalt et sur la lame positive du peroxyde de cobalt; tandis qu'avec le couple électro-capillaire presque tous les métaux sont réduits; le cobalt et le nickel apparaissent immédiatement en lames brillantes sur la paroi négative. Trois couples à acide nitrique ne donnent sur l'électrode négative que de l'oxyde bleu de cobalt; on voit par là la puissance des couples électro-capillaires pour produire des effets chimiques énergiques.

» J'expose dans mon Mémoire la formation des amalgames d'or, d'argent, de cuivre, etc., etc.

» La seconde partie du Mémoire traite de l'existence des courants électro-capillaires dans les corps organisés et de leur mode d'action comme forces

physiques et forces chimiques pour opérer des décompositions électro-chimiques et des effets de transport dans les tissus des animaux et des végétaux.

» J'ai essayé de montrer comment les courants électro-capillaires résultant d'effets électriques de contact dans les espaces capillaires pouvaient intervenir dans la transformation du sang artériel en sang veineux, et dans les phénomènes chimiques qui l'accompagnent, question fondamentale pour la physiologie.

» On croit généralement que l'oxygène du sang artériel se trouve dans les globules chargés de le transporter dans les différents tissus, ou bien est fixé sur leur surface par affinité capillaire; dans cet état, il peut réagir sur les matières combustibles des tissus avec lesquels il est en contact.

» La force qui retient l'oxygène sur ou dans l'intérieur des globules est assez faible pour que ce gaz se dégage, lorsqu'on élève dans le vide la température du sang jusqu'à 40 degrés; c'est là un des caractères des corps fixés sur la surface d'autres corps par l'affinité capillaire.

» Avant de chercher à donner une origine électrique au phénomène de la transformation, entrons dans quelques détails sur le mode de circulation du sang et sur les phénomènes qui l'accompagnent.

» Le sang artériel traverse, pour passer dans les veines, des vaisseaux appelés capillaires, et par l'intermédiaire desquels il entre en contact avec les tissus organiques, et concourt ainsi à leur nutrition et à leur accroissement, tout en se chargeant lui-même d'autres substances que ces tissus lui abandonnent. Après avoir éprouvé de profondes modifications, il devient sang veineux.

» Les physiologistes ne sont pas d'accord sur le mode d'absorption de l'oxygène par les tissus. Les uns pensent que ce gaz est absorbé par une certaine substance qui entre des tissus environnants dans les vaisseaux sanguins en formant de l'acide carbonique, qui est emporté par la circulation du sang. Les autres croient que l'oxygène sort du sang artériel par les parois des artères, pour réagir sur les tissus en produisant du gaz acide carbonique qui rentre dans les capillaires. On peut expliquer dans l'une et l'autre hypothèse comment peuvent intervenir les actions électro-capillaires dans l'hématose, et les phénomènes de nutrition; mais il faut auparavant montrer quels sont les effets électriques produits dans le contact direct du sang artériel et du sang veineux, bien qu'ils ne soient en rapport que par l'intermédiaire des capillaires et dans celui du sang et des sérosités adjacentes.

» M. Scoutetten a observé qu'au contact du sang artériel et du sang veineux, comme on devait s'y attendre, le premier, étant plus oxygéné que le second, est positif par rapport à l'autre et que la force électromotrice était égale à 1,82; mais la méthode dont il a fait usage pour déterminer cette dernière, ne pouvait le conduire à une valeur exacte, attendu qu'il a pris pour la mesure de la force électromotrice, la tangente de la déviation de l'aiguille du galvanomètre : or, il ne peut en être ainsi avec les galvanomètres ordinaires, qu'autant que les déviations ne dépassent pas 30 degrés; au delà la loi n'est plus admissible si ce n'est lorsqu'on fait usage de boussole des tangentes. Il faut ajouter qu'il est indispensable que le courant passe dans des circuits de grande résistance.

» La méthode que j'ai employée pour obtenir la force électromotrice du sang artériel et du sang veineux est aussi exacte qu'elle peut l'être : on a fait passer simultanément un courant constant dans un galvanomètre à 30 000 tours, qui présente une forte résistance, en même temps qu'il est doué de grande sensibilité, et dans un autre beaucoup moins sensible. On a formé une table des intensités, en comparant les déviations du premier à celles du second, dont les déviations correspondantes à celles de l'autre ne dépassaient pas 30 degrés. Or, comme jusqu'à 30 les tangentes de déviation peuvent être prises pour les intensités du courant, il s'ensuit qu'il devient facile d'établir la table des intensités du grand galvanomètre au moyen des déviations de l'aiguille aimantée. On a fait usage de bobines de résistance.

» Aidé de M. le docteur A. Moreau, connu de l'Académie par d'intéressantes recherches en physiologie, j'ai trouvé que la force électromotrice du sang artériel et du sang veineux était égale à 0,57, celle d'un couple à acide nitrique étant 100, tandis que M. Scoutetten avait obtenu 1,82, nombre environ trois fois plus fort. On a déterminé également la force électromotrice qui se manifeste au contact du sang veineux provenant des vaisseaux contigus à l'artère fémorale et d'un tissu cellulaire humecté de sérosité : le courant correspondant n'avait qu'une intensité égale à 0,30, celle du couple à acide nitrique étant 100; mais il faut remarquer aussi que la résistance qu'opposait au courant électro-capillaire la masse des tissus interposée, diminuait considérablement l'intensité du courant servant à déterminer la force électromotrice.

» Les deux expériences suivantes servent à montrer comment la transformation du sang artériel en sang veineux peut avoir une origine électro-capillaire.

» 1° Dans un tube capillaire de 1 à 2 décimètres de longueur recourbé

et évasé à ses deux extrémités, afin de pouvoir y introduire des liquides, on a commencé par le remplir d'eau ordinaire, puis on a enlevé celle qui se trouvait dans les parties évasées, pour y mettre d'un côté une dissolution d'or ou d'un autre sel métallique, de l'autre une dissolution de monosulfure de sodium, ou d'acide oxalique; le mélange de chacun de ces liquides avec l'eau adjacente s'est effectué très-lentement, ainsi que celui du chlorure et du monosulfure.

» Dans ce cas, la force électromotrice est la résultante des forces électromotrices produites par le contact des deux dissolutions sur le liquide intermédiaire. Le mélange se faisant lentement, les actions électro-capillaires s'exercent aussitôt que les deux dissolutions se rencontrent en contact avec la paroi du tube; l'or ou le métal est réduit et finit par recouvrir tout ou partie du tube de très-petits cristaux : le cuivre, le cobalt et le nickel se trouvent dans ce dernier cas; cela tient à ce que les actions électro-capillaires ne s'exercent qu'au contact des deux liquides et de la paroi. Au delà du contact, à la rencontre des deux dissolutions, il s'opère une simple double décomposition, et il y a alors formation d'un sulfure métallique et même sulfuration de métal réduit par la réaction du sulfure introduit, effet qui n'a pas lieu pour l'or.

» On explique comme il suit la transformation du sang artériel en sang veineux, ainsi que les phénomènes de nutrition qui s'y rapportent, en faisant intervenir l'action des courants électro-capillaires et en appuyant sur les faits observés jusqu'ici et sans chercher à discuter les hypothèses mises en avant par les physiologistes pour les interpréter.

» La face des capillaires en contact avec le sang artériel est le pôle négatif, et celle contiguë aux sérosités, le pôle positif; ce fait est prouvé par l'expérience. De là résulte une foule de couples électro-capillaires produisant des actions électro-chimiques; mais les courants agissent en outre comme force mécanique pour transporter des liquides du pôle positif au pôle négatif, c'est-à-dire du liquide qui se comporte comme alcali à celui qui agit comme acide, puisque le courant électrique va de l'un à l'autre.

» Comment l'oxygène qui se trouve dans le sang artériel peut-il traverser la paroi des capillaires, comme beaucoup de physiologistes le pensent? L'oxygène est retenu à la surface ou dans l'intérieur des globules du sang par l'affinité capillaire; les courants électriques, suivant leur intensité, pouvant vaincre toutes les affinités, même l'affinité capillaire, il en résulte que l'oxygène, par l'effet du courant électro-capillaire agissant comme force chimique, est déposé sur la paroi positive, en dehors des capillaires, et les

globules, qui sont électropositifs, sur la paroi négative dans l'intérieur; l'oxygène peut réagir alors sur les matières combustibles des liquides ambiants, avec production de gaz acide carbonique, qui rentre dans les capillaires par l'action du courant agissant comme force mécanique à l'égard des composés électropositifs dissous. L'acide carbonique est entraîné par le sang dans son mouvement. Si des liquides dont la nature n'est pas connue entrent, comme le pensent quelques physiologistes, dans les capillaires pour s'emparer de l'oxygène, cet effet ne peut être produit que par la force qui transporte les liquides du pôle positif au pôle négatif. L'oxygène brûle leur carbone et autres matières combustibles qu'ils contiennent, et les produits formés repassent au travers des parois capillaires pour servir à la nutrition des tissus, en vertu d'une force qu'on n'indique pas. Tels sont les effets résultant de l'action des courants électro-capillaires agissant comme force chimique et comme force mécanique et qui peuvent servir à expliquer l'hématose.

» D'après ce qui précède, on conçoit que, lorsque la vie cesse dans un organe, ou que cet organe se trouve dans un état morbide, les tissus se relâchent, les pores deviennent plus grands, l'action des forces électro-capillaires cesse peu à peu et finit par disparaître; la décomposition détruit alors tous les tissus.

» Je me suis occupé ensuite des actions électro-capillaires dans les végétaux, lesquels sont plus faciles à étudier que dans les animaux, à cause d'une organisation plus simple que celle de ces derniers.

» Il existe dans les végétaux, comme dans les animaux, des courants électrocapillaires produisant des effets analogues, puisque les uns et les autres sont formés de tissus, de fibres et de vaisseaux imbibés ou laissant circuler des liquides; ces tissus, ces fibres, etc., constituent autant de couples électro-capillaires qu'il y a d'organes élémentaires. Le moyen de constater leur existence est le même que celui qui a été employé pour explorer l'état électrique des organes des animaux, et sur lequel je ne reviens pas.

» L'exploration des diverses parties d'un végétal et de celles des tubercules conduisent aux conséquences suivantes : 1° La tige d'une plante ligneuse dicotylédonée est formée de deux parties distinctes séparées par une substance qui serait, dit-on, le principal élément de l'organisation végétale; la partie extérieure est l'écorce, la partie intérieure le bois proprement dit; l'écorce se compose, indépendamment du parenchyme, de l'épiderme, de l'enveloppe tubéreuse, de vaisseaux lactifères et de fibres corticales. 2° Le bois est formé de rayons médullaires, de faisceaux ligneux, d'un tissu

cellulaire appelé *moelle* et de couches concentriques; l'écorce, comme le système ligneux, renferme une partie cellulaire et une partie fibreuse; seulement ces parties sont placées inversement : le parenchyme, qui est analogue à la moelle, occupe le pourtour de l'écorce, tandis que la moelle se trouve au centre du système ligneux. Cette inversion correspond à des effets électriques inverses. 3° Dans le bois ou dans une tige, on trouve que chacune des couches concentriques est dans un état électrique contraire à celui de la couche qui la suit ou qui la précède. 4° La partie centrale occupée par la moelle est toujours positive par rapport aux couches ligneuses, et celles-ci sont d'autant moins positives qu'on approche davantage de l'écorce; dans l'écorce, les effets électriques sont en sens inverse.

» D'un autre côté, la terre est toujours positive par rapport aux diverses parties d'un végétal.

» Un grand nombre de tiges herbacées ont été également explorées, ainsi que plusieurs tubercules et racines, telles que la pomme de terre, la carotte, etc. Dans la pomme de terre, l'épiderme est positif par rapport aux diverses parties qui la composent.

» Dans une carotte de 7 centimètres de diamètre, près du collet, dans laquelle on distingue trois couches concentriques, l'une rouge à l'extérieur, l'autre blanche au centre et une jaune intermédiaire, on a exprimé le suc de chacune d'elles, que l'on a mis dans un vase poreux afin de déterminer la force électromotrice de deux de ces sucs en contact. En opérant comme on l'a fait à l'égard du sang artériel et du sang veineux, on a trouvé que le suc de la couche jaune était positif par rapport à celui de la couche rouge, et que la force électromotrice du suc rouge et du suc jaune était environ 2,06, celle du couple à acide nitrique étant 100, le $\frac{1}{50}$ environ. En opérant de la même manière avec le suc exprimé des fannes de pommes de terre et celui du tubercule, on a constaté une force électromotrice égale à 2,11 un peu plus forte que celle obtenue avec les deux sucs de la carotte.

» Des effets électriques observés dans les tissus des végétaux on tire les conséquences suivantes :

» Dans les tiges des arbres, les courants électro-capillaires, depuis l'épiderme de l'écorce jusqu'au ligneux, sont dirigés de l'extérieur à l'intérieur; depuis l'écorce jusqu'à la moelle, ils cheminent en sens contraire, c'est-à-dire de l'intérieur à l'extérieur. Les tissus en contact avec la moelle sont les pôles positifs et les surfaces opposées les pôles négatifs des couples électro-capillaires, etc. Les premières reçoivent les éléments électronégatifs, les seconds les éléments électropositifs qui réagissent sur les liquides am-

biants; il résulte de là une suite de décompositions et de recompositions auxquelles il faut rapporter en quelque sorte la vie végétale.

» Quant aux liquides qui humectent le sol, comme ils sont positifs à l'égard des liquides introduits par les racines, il en résulte que la surface extérieure des spongiales est le pôle négatif et la surface intérieure le pôle positif d'un couple électro-capillaire. Les éléments déposés par l'action de ce courant sur la surface extérieure sont électropositifs, et ceux déposés sur la surface intérieure électronégatifs. Ce même courant, agissant comme force physique, produit un transport de matières allant du pôle positif au pôle négatif, au travers des tissus, c'est-à-dire de l'intérieur à l'extérieur.

» On voit par là combien sont complexes les effets dus, dans les corps organisés vivants, aux courants électro-capillaires agissant comme forces physiques et comme forces chimiques.

» Je ne donne encore dans ce Mémoire que des indications générales sur leur mode d'action dans les phénomènes de nutrition des animaux et des végétaux; ces indications sont autant de points de repère auxquels viendront se rattacher les résultats que j'espère obtenir dans les recherches que je poursuis avec persévérance et que l'âge ne ralentit pas. »

PHYSIQUE. — *Réponse à une réclamation de priorité présentée par* M. Le Roux *au sujet des appareils d'induction.* Note de **M. Jamin.**

« M. Le Roux réclame la priorité de travaux que j'exécute au Laboratoire de la Sorbonne avec la collaboration d'un de mes élèves, M. Roger. Il affirme que ces travaux sont une vérification pure et simple d'une théorie qu'il aurait conçue en 1857. Je me vois obligé de répondre à M. Le Roux : 1° que sa théorie repose sur des principes inacceptables; 2° qu'elle est inexacte en fait; 3° qu'il n'en a pas la priorité. Je résume d'abord les travaux de M. Le Roux.

» Un premier Mémoire, publié en 1857, est exclusivement expérimental. M. Le Roux donnait à une machine magnéto-électrique une vitesse constante; il mesurait, d'une part, le travail dépensé, de l'autre la chaleur développée dans un circuit extérieur. Suivant lui, la machine absorbe une quantité de travail très-petite T lorsque le circuit est ouvert, et plus grande T' s'il est fermé; de sorte que T' — T serait toujours positif. Nos expériences établissent nettement qu'en faisant croître la résistance extérieure x, la quantité T' — T, d'abord négative, devient nulle et prend ensuite des valeurs positives.

» Mesurant ensuite la chaleur C gagnée dans la résistance extérieure x, il admet qu'on peut la représenter par la loi de Joule, $C = KxI^2$; il suppose qu'une autre quantité de chaleur C', produite dans le circuit intérieur de la machine, peut se calculer par la même formule; il l'exprime par KrI^2; il suppose que $C + C'$ est la totalité de la chaleur engendrée par une dépense de travail $T' - T$, et que le quotient $\frac{T' - T}{C + C'}$ est égal à l'équivalent mécanique de la chaleur.

» Ce raisonnement est incomplet, parce qu'il néglige la chaleur produite dans les fers doux et dans les aimants, et le résultat est inexact, puisque, suivant le signe de $T' - T$, il conduit à des valeurs de E négatives, nulles, positives, croissant en même temps que la résistance extérieure. C'est par un pur hasard que M. Le Roux s'est placé dans les conditions où il fallait être pour trouver une valeur de E un peu trop grande, mais presque juste. Je rappellerai que, dans nos recherches sur ce sujet, nous avons établi expérimentalement des formules qui expriment, d'une part, le travail absorbé par la machine; de l'autre, la chaleur régénérée dans les conducteurs, soit quand on fait varier de zéro à l'infini la résistance extérieure, soit quand on combine de toutes les manières possibles, en quantité ou en tension, les divers plateaux d'une machine magnéto-électrique. M. Le Roux voudra bien admettre que nous avons beaucoup étendu et même beaucoup corrigé ses expériences.

» Ce que M. Le Roux appelle *sa théorie* est l'objet d'un second Mémoire publié dans les *Annales du Conservatoire* et dans les *Comptes rendus de l'Académie*. Elle revient à ce qui suit.

» Pendant l'établissement d'un courant dans une bobine, l'intensité, d'abord très-petite, croît progressivement. C'est comme si, pendant n instants successifs, la résistance ΣR du circuit était augmentée d'une quantité $r_1, r_2, \ldots, r_n$; les intensités seraient

$$\frac{e}{\Sigma R + r_1}, \quad \frac{e}{\Sigma R + r_2}, \ldots, \quad \frac{e}{\Sigma R + r_n}.$$

Alors M. Le Roux prend une sorte de moyenne, et admet que, pendant toute la durée des n instants considérés, les choses se passent comme si la résistance ΣR était augmentée de r, et il pose

$$i = \frac{e}{\Sigma R + r} = \frac{e}{n}\left(\frac{1}{\Sigma R + r_1} + \frac{1}{\Sigma R + r_2} + \ldots + \frac{1}{\Sigma R + r_n}\right),$$

ΣR est la résistance ordinaire ou *statique*, $\Sigma R + r$ une autre résistance

spéciale ou *dynamique*. Je ferai à ce sujet une simple observation : la valeur de r tirée de cette équation serait une fonction compliquée de ΣR, et il faudrait écrire

$$i = \frac{e}{\Sigma R + f(\Sigma R)},$$

et, sous cette forme, l'expression précédente n'est plus définie et ne représente plus rien, ou plutôt elle représentera tout ce qu'on en voudra tirer.

» M. Le Roux procède de la même manière quand il s'agit des chaleurs développées dans une portion R du circuit. Il *suppose* qu'elle est exprimée par la formule de Joule, sans se préoccuper en aucune façon de le justifier,

$$C = Ri^2 = \frac{e^2(R + r)}{(\Sigma R + r)^2}.$$

» Il fait ici une faute grave, car les chaleurs dégagées pendant chacun des n instants qui décomposent la durée totale seraient, d'après ses propres formules,

$$\frac{(R + r_1)e^2}{(\Sigma R + r_1)^2} + \frac{(R + r_2)e^2}{(\Sigma R + r_2)^2} + \ldots + \frac{(R + r_n)e^2}{(\Sigma R + r_n)^2},$$

et cette somme ne peut être égale à $\frac{(R + r)e^2}{(\Sigma R + r)^2}$.

» Ce n'est pas tout : ce qui précède est relatif à l'établissement du courant, non pas à la cessation. Or, quand ce courant diminue et s'éteint dans le circuit d'une machine magnéto-électrique, circuit qui n'est jamais ouvert, il y a un extracourant, une augmentation de l'intensité. Pour l'exprimer par une formule, il faudrait recommencer les mêmes raisonnements, en supposant cette fois une diminution de la résistance, exprimer l'intensité i_1 et la quantité de chaleur C_1 pendant la période de cessation, et prendre enfin une moyenne entre tous les résultats depuis le commencement jusqu'à la fin. M. Le Roux ne s'occupe aucunement de cela : il admet, sans plus ample explication, que les formules précédentes expriment ce qui se passe non-seulement pendant la période d'établissement, mais encore pendant la durée entière du courant.

» En résumé, la *théorie* de M. Le Roux se réduit à deux formules : celle de Ohm, celle de Joule. Il les admet, il ne les démontre pas; il y fait un seul changement : il suppose que la résistance est augmentée. J'ai prouvé, je crois, qu'au point de vue mathématique, cette théorie rencontre quelques difficultés.

» Établie sur des bases aussi faibles, elle a cependant des apparences vraies, bien que noyées dans des erreurs nombreuses. Aujourd'hui qu'une

expérimentation rigoureuse a mis la lumière où il ne l'avait pas faite, M. Le Roux oublie les erreurs, et réclame comme le fruit de ses conceptions tout ce qui ressemble à ses assertions anciennes. Il cite à ce sujet des phrases entières, moins claires qu'il ne le pense, et auxquelles je pourrais répondre en détachant de son Mémoire des assertions de sens opposé qui ne seraient pas plus faciles à comprendre. Le débat continuerait sans profit; j'aime mieux montrer que les deux formules précédentes sont contredites par l'expérience.

» Je leur opposerai d'abord une autorité supérieure, celle de M. Helmholtz.

» En 1851, six ans avant que M. Le Roux eût abordé la question des courants discontinus, M. Helmholtz l'avait résolue en ce qui concerne leur intensité. Voici le résumé de sa théorie. Il admet tout d'abord que, si l'extracourant s'établit après la rupture sous forme d'étincelles, il n'agit pas sur la boussole; qu'on peut ne considérer que ce qui se passe dans la période d'établissement. Pendant chaque instant, le contre-courant a une force électromotrice proportionnelle à l'accroissement de l'intensité y, soit $q\frac{dy}{dx}$, et une intensité $\frac{q}{R}\frac{dy}{dx}$. Il est contraire au courant direct dont l'intensité primitive $\frac{E}{R}$ est alors diminuée, et se réduit à

$$y = \frac{E}{R} - \frac{q}{R}\frac{dy}{dx}.$$

» En intégrant une première fois, on trouve y. La quantité d'électricité transportée pendant l'instant dx considéré est $y\,dx$, et en intégrant une seconde fois de o à t, pendant la durée du courant, puis en multipliant le résultat par le nombre p des interruptions par seconde, on arrive à la formule suivante, dans laquelle q est une constante,

$$I = \frac{Ep}{R}\left[t - \frac{q}{R}\left(1 - e^{-\frac{Rt}{q}}\right)\right].$$

» Telle est la loi que donne une analyse rigoureuse. On voit combien elle diffère de celle de Ohm. Elle a été vérifiée en France par M. Cazin et par M. Bertin; elle l'a été également par M. Roger et moi, comme je vais le dire.

» Si nous développons l'exponentielle en série, et si nous supposons t assez petit pour qu'on puisse négliger les termes supérieurs, on réduit aisément la formule à

$$I = \frac{\frac{3}{2}E\alpha}{\frac{3q}{t} + R},$$

α étant la durée totale des courants pendant chaque seconde. Dans ce cas particulier, la formule, en effet, se réduit à celle de Ohm, mais dans ce cas particulier seulement, et avec deux modifications. La première est que la force électromotrice E s'est changée en $\frac{3}{2}$ E; la seconde, que la résistance R s'est augmentée de $\frac{3q}{t}$. Nos expériences sont rigoureusement conformes à ce double résultat. M. Le Roux, au contraire, est en désaccord à la fois avec M. Helmholtz et avec nous, puisqu'il n'admet que l'un des deux changements qu'il faut faire à la formule de Ohm. Eût-il d'ailleurs trouvé la loi exacte, il ne serait pas en droit de la réclamer, la priorité comme la supériorité appartenant sans aucun doute à M. Helmholtz.

» Examinons maintenant la deuxième loi de M. Le Roux, et l'application, toute illégitime qu'elle soit, qu'il en fait aux machines magnéto-électriques. La seule manière de justifier les lois théoriques est de les comparer aux mesures expérimentales, d'inscrire dans un tableau, d'un côté, ces mesures, et, en regard, les calculs qui doivent les reproduire. M. Le Roux justifierait toutes ses assertions s'il établissait cette comparaison précise. Je vais lui en offrir le moyen. Il a exprimé la chaleur dégagée dans le conducteur intérieur d'une machine magnéto-électrique par la formule, qu'il reproduit dans sa dernière Note,

$$C = \frac{T_0(R + r)}{[\Sigma(R + r)]^2}.$$

» Nous avons, d'un autre côté, mesuré cette quantité en retranchant de la chaleur empruntée au moteur celle qui est absorbée par les résistances passives et celle qui se régénère dans le circuit extérieur : nous l'avons exprimée par une formule empirique qui reproduit fidèlement nos mesures. Or, puisque M. Le Roux trouve nos résultats *entièrement d'accord* avec sa théorie, et que sa réclamation n'a pas d'autre but que de le prouver, je le prie de faire la comparaison numérique entre sa formule et la nôtre. Je tiens d'ailleurs à sa disposition tous nos nombres, qui vont paraître dans les *Annales de Chimie et de Physique*.

» De deux choses l'une : ou bien il y aura concordance entre le calcul et l'observation, et, dans ce cas, nous admettrons les revendications de M. Le Roux; ou bien il y aura discordance, et, dans cette hypothèse, il sera juste que M. Le Roux les abandonne. Si, contre mon attente, il refusait cette épreuve, je regarderais le débat comme terminé. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèse d'acides aromatiques;* par **M. Ad. Wurtz.**

« On sait aujourd'hui qu'en introduisant dans un carbure d'hydrogène un groupe carboxyle CO^2H à la place d'un atome d'hydrogène, on forme un acide monobasique, et qu'en général la basicité des acides est marquée par le nombre des groupes carboxyles qui figurent dans une molécule organique.

» La méthode que je vais décrire permet d'introduire directement, dans une telle molécule, sinon le groupe CO^2H, du moins son dérivé éthylé, le groupe $CO^2(C^2H^5)$. Elle consiste à traiter un chlorure ou un bromure organique par l'éther chloroxycarbonique (chloroformique) et par l'amalgame de sodium. Le chlore ou le brome, enlevé par le sodium, est remplacé par le groupe $CO^2(C^2H^5)$. S'agit-il, en conséquence, de convertir un carbure d'hydrogène en un acide monocarboné supérieur d'un degré dans la série, on commence par former le dérivé monochloré ou monobromé de ce carbure d'hydrogène, et on le chauffe avec l'éther chloroxycarbonique et l'amalgame de sodium.

» J'ai appliqué cette méthode à la transformation de quelques carbures aromatiques en acides plus élevés dans la série. 90 grammes de benzine monobromée (bromure de phényle) ont été chauffés avec 60 grammes d'éther chloroxycarbonique et $3^{kil},5$ d'amalgame de sodium à 1 pour 100 de sodium. La réaction est lente et exige l'action prolongée, pendant plusieurs jours, d'une température de 100, ou mieux de 110 degrés. Elle donne lieu à un dégagement de gaz acide carbonique, d'oxyde de carbone, et quelquefois d'un gaz brûlant avec une flamme bordée de vert, probablement du chlorure d'éthyle; si l'on opère en vases clos, il est bon d'ouvrir les tubes ou les ballons tous les jours. Lorsque le liquide a entièrement disparu et que le mercure a repris sa fluidité, on épuise la masse saline par l'éther, on soumet le liquide éthéré à une distillation fractionnée, opération que l'on arrête dès que la température a dépassé 150 degrés. Ce qui reste renferme de l'éther benzoïque. Après l'avoir chauffé avec la potasse alcoolique, on évapore à siccité pour chasser l'alcool, et, après avoir repris par l'eau, on sursature le liquide par l'acide chlorhydrique.

» Il se forme un précipité cristallin abondant d'acide benzoïque impur. On le purifie en le faisant cristalliser une première fois dans l'eau, distillant ensuite l'acide séché, et reprenant l'acide distillé par l'eau bouillante. On l'a obtenu ainsi en magnifiques lames brillantes, fusibles à 120 degrés et of-

frant la composition (1) et les propriétés de l'acide benzoïque pur. Il a passé à la distillation de 244 à 246 degrés (non corrigé).

» La réaction qui donne naissance à l'éther benzoïque est exprimée par l'équation suivante :

$$\underbrace{C^6H^5Br}_{\text{Bromure de phényle.}} + \underbrace{CO\left\{\begin{matrix}O.C^2H^5\\Cl\end{matrix}\right.}_{\text{Éther chloroxycarbonique.}} + Na^2 = NaCl + NaBr + \underbrace{C^6H^5.CO^2(C^2H^5)}_{\text{Éther benzoïque.}}$$

» Dans une autre expérience, 102 grammes de toluène bromé (bouillant de 178 à 185 degrés) ont été chauffés avec 60 grammes d'éther chloroxycarbonique et $4^{kil},5$ d'amalgame de sodium à 1 pour 100. L'opération s'exécute très-bien dans un grand matras à fond plat, que l'on place dans un bain d'eau salée bouillante et qui est mis en communication avec un réfrigérant de Liebig ascendant.

» Dès que la masse est devenue entièrement solide, on laisse refroidir, on épuise par l'éther, et l'on distille jusqu'à 180 degrés. L'éther toluique qui demeure dans le résidu, étant soumis à l'action de la potasse alcoolique, donne de l'acide toluique qui a été précipité par l'acide chlorhydrique, cristallisé dans l'eau, séché, distillé. La masse qui a passé à la distillation fondait à 153 degrés. On en a obtenu 10 grammes. C'était de l'acide toluique mélangé avec une petite quantité d'un acide plus fusible, probablement un des isomères de cet acide. On a extrait ce dernier en traitant la masse à plusieurs reprises par des quantités d'eau bouillante insuffisantes pour dissoudre le tout. Les dernières cristallisations étaient de l'acide toluique pur, fusible de 176 à 177 degrés (2). L'équation suivante exprime la formation de l'éther toluique par l'action de l'éther chloroxycarbonique et du sodium sur le toluène bromé :

$$\underbrace{C^6H^4\left\{\begin{matrix}CH^3\\Br\end{matrix}\right.}_{\text{Toluène bromé.}} + CO\left\{\begin{matrix}O.C^2H^5\\Cl\end{matrix}\right. + Na^2 = NaCl + NaBr + \underbrace{C^6H^4\left\{\begin{matrix}CH^3\\CO^2(C^2H^5)\end{matrix}\right.}_{\text{Éther toluique.}}$$

» L'action de l'éther chloroxycarbonique et de l'amalgame de sodium

(1) Analyse :

	Théorie.	Expérience.
Carbone	68,85	68,9
Hydrogène	4,92	5,0

(2) Analyse :

	Théorie.	Expérience.
Carbone	70,6	70,5
Hydrogène	5,9	6,2

sur le bromure de benzyle $C^6H^5.CH^2Br$ est plus complexe, et donne naissance à une petite quantité d'un acide aromatique formé probablement par l'union de deux groupes benzyliques et dont la composition paraît répondre à la formule $C^{15}H^{14}O^2$. Cet acide est très-peu soluble dans l'eau, fusible au-dessous de 100 degrés, doué d'une odeur aromatique très-prononcée. J'y reviendrai.

» J'ai remarqué, dans toutes ces expériences, la formation d'une certaine quantité d'éther carbonique, résultat conforme à celui qu'ont obtenu MM. Wilm et Wischin dans des recherches récemment publiées sur l'éther chloroxycarbonique (1). J'ajoute que j'ai observé aussi la formation des composés mercuriques signalés tout dernièrement par MM. Otto et Dreher, le mercure-phényle et le mercure-tolyle (2). Le premier a été isolé et obtenu à l'état de cristaux incolores, jaunissant à l'air, fusibles à 120 degrés. Il n'est pas impossible que ces corps interviennent, comme termes intermédiaires, dans les réactions décrites plus haut. En se portant sur une molécule de mercure-phényle, 2 molécules d'éther chloroxycarbonique pourraient donner du chlorure mercurique et 2 molécules d'éther benzoïque. Une expérience directe décidera s'il en est ainsi. »

PHYSIQUE. — *Recherches sur la pile. De l'origine de la chaleur mise en jeu dans les couples et qui n'est pas transmissible au circuit* (suite); *par* **M. P.-A. Favre** (3).

« Dans la dernière communication que j'ai eu l'honneur de faire à l'Académie (4) et dans laquelle je revenais sur l'origine de la chaleur qui n'est pas transmissible au circuit, j'ai dit :

« La chaleur correspondant à l'action chimique qu'on ne retrouve pas » dans le circuit $R + r$, et qui reste confinée dans les couples est, toutes » choses égales d'ailleurs, d'autant plus grande que l'électrolyse de l'acide » sulfurique s'effectue dans un temps plus court. »

» On serait donc conduit à admettre que la chaleur mise en jeu dans les couples par des phénomènes qui ne font pas partie essentielle de l'élec-

---

(1) *Annalen der Chemie und Pharmacie*, août 1868.

(2) Ce dernier nom est impropre. Le composé $\left.\begin{matrix} C^6H^4 \\ \\ C^6H^4 \end{matrix}\right\} \left\{\begin{matrix} CH^3 \\ Hg'' \\ CH^3 \end{matrix}\right.$ est le mercure-crésyle.

(3) Cette Note était parvenue à l'Acacadémie avant la séance précédente.

(4) *Comptes rendus*, t. LXVII, séance du 23 novembre 1868.

trolyse (par exemple, la transformation de l'hydrogène succédant à sa mise en liberté) peut passer en partie dans le circuit, et que la quantité transmissible est d'autant plus grande que l'électrolyse de l'acide sulfurique est plus lente.

» Une pareille conclusion, bien que semblant découler de l'interprétation des résultats fournis par mes expériences, était cependant difficile à admettre. Il me semblait effectivement peu probable que des phénomènes locaux, produits avant ou après le phénomène voltaïque proprement dit, pussent développer de la chaleur plus ou moins transmissible au circuit, et par conséquent susceptible de passer à l'état électrodynamique. Il me semblait que les phénomènes locaux (1) ne pouvaient tendre qu'à réchauffer ou à refroidir les métaux des couples dont la température est maintenue sensiblement constante par le liquide qui les baigne. Mes expériences n'offraient donc aucune des conditions qui permettent aux courants thermo-électriques de se produire.

» De nouvelles expériences m'ont paru nécessaires pour éclaircir mes doutes, et il ressort de l'interprétation des résultats obtenus que la chaleur employée à échauffer une partie homogène d'un circuit dans lequel circule un courant, n'augmente la résistance de cette partie du circuit que d'une manière indirecte, c'est-à-dire en modifiant son état moléculaire. En effet, si, d'une part, le mouvement électrodynamique que le phénomène électrolytique développe dans le circuit n'exerce pas d'influence sur la chaleur qui est appliquée à élever la température d'une certaine portion de sa longueur, de façon à faire passer cette chaleur en partie à l'état électrodynamique, d'autre part, la chaleur appliquée à échauffer une certaine longueur du circuit traversé par un courant n'agit pas directement sur le mouvement électrodynamique pour le transformer en partie en chaleur sensible.

» Ces expériences ont été exécutées dans les conditions suivantes :

» Le grand calorimètre renferme la pile formée de cinq couples de Smee, et dans quelques séries d'expériences il renferme également un rhéostat, afin de rendre négligeable la résistance de la portion du circuit placé hors du calorimètre. Cette résistance est opposée par deux longs fils de cuivre

---

(1) Tels sont, dans un couple zinc et platine, par exemple *la déshydratation préalable de l'acide sulfurique* qui s'électrolyse, *l'hydratation et la dissolution du sulfate de zinc* qui prend naissance pendant le phénomène électrolytique de substitution du zinc à l'hydrogène, enfin le passage de *l'état naissant à l'etat ordinaire* de l'hydrogène mis en liberté.

chargés de conduire le courant hors de la pièce où se trouve placé le calorimètre. Ils sont réunis au dehors de cette enceinte (dont la température doit rester à peu près invariable) par un fil de fer ou par un cylindre en fer forgé qui sont alternativement placés dans un fourneau à réverbère, et qui peuvent ainsi être portés à une haute température. Le fil de fer, dont le diamètre est de 4 millimètres, est chauffé sur une longueur de 40 centimètres, tandis que le cylindre de même longueur a un diamètre de 7 centimètres et présente ainsi une masse considérable. Une boussole de tangentes est placée dans le circuit, et, comme dans toutes les expériences, on note la durée des opérations.

» Voici la moyenne des nombres fournis par quatre séries d'expériences :

(I) Le cylindre fait partie du circuit et le calorimètre de la pile ne renferme pas de rhéostat.

Chaleur accusée par le calorimètre :

1° Le cylindre étant à la température ordinaire.........	17 868 cal.
2° Le cylindre étant fortement chauffé...................	17 840

(II) Le cylindre fait partie du circuit. Un rhéostat suffisamment résistant et placé dans le calorimètre permet de négliger la résistance extérieure du circuit.

Chaleur accusée par le calorimètre :

1° Le cylindre étant à la température ordinaire.	19 469 cal.
2° Le cylindre étant fortement chauffé................	19 398

(III) Le fil de fer fait partie du circuit et le calorimètre de la pile ne renferme pas de rhéostat.

Chaleur accusée par le calorimètre :

1° Le fil étant à la température ordinaire.............	17 560 cal.
2° Le fil étant fortement chauffé.....................	17 131
Différence.........	429

(IV) Il ne se produit aucun travail extérieur, la partie du circuit extérieur au calorimètre étant supprimée.

Chaleur accusée par le calorimètre.... . . . . 19681 cal.

» J'ajouterai qu'une atmosphère de vapeurs mercurielles à la température d'ébullition du mercure ne laisse pas passer le courant.

» Dans les expériences (I), le cylindre en fer forgé présente une section telle, que sa résistance peut être négligée alors même qu'il est porté à une température très-élevée. On peut donc à plus forte raison considérer cette résistance comme tout à fait nulle, lorsque, dans les expériences (II), on introduit le rhéostat dans le circuit.

» De l'interprétation des deux séries d'expériences (I) et (II), il résulte que le mouvement calorifique et le mouvement électrodynamique peuvent se produire simultanément dans le circuit, sans que l'un de ces mouvements entraîne la transformation de l'autre. En effet, quelle que soit la température du circuit, la quantité de chaleur qui revient à la pile est toujours égale à celle que cette pile lance, dans ce circuit, à l'état électrodynamique.

» J'ai reconnu que, dans mes expériences relatées dans une communication précédente, je n'avais pas assez tenu compte du faible dégagement d'hydrogène qui provenait de l'action locale (1), que l'acide sulfurique exerçait sur le zinc, immédiatement après son immersion, et qui ne cessait de se produire qu'au bout de vingt-quatre heures environ, et aussi de la présence, dans le liquide acide des couples, d'une certaine quantité de sulfate de zinc (2).

» Je suis parvenu à éliminer la cause d'erreur due à l'action locale et à opérer avec un acide tout à fait exempt de sulfate de zinc en dissolution. A cet effet, je plongeais dans le mercure, immédiatement avant de m'en servir, le zinc ou le cadmium déjà amalgamé des couples. En prenant cette précaution, les nombres obtenus lorsqu'on fait varier la résistance du circuit, ne diffèrent pas beaucoup, surtout lorsqu'on opère avec un seul couple.

» Voici la moyenne des nombres fournis par deux séries d'expériences.

(I) En opérant avec un seul couple, dont la résistance R était représentée par une longueur de 16 millimètres de mon fil de platine normal.

	Chaleur dépensée hors du calorimètre.	Chaleur accusée par le calorimètre qui renferme le couple.	Temps employé pour produire 100 volumes d'hydrogène.	Angles.
$t = 1500$ ...	16063 cal.	3771 cal.	42.34	1°25
$t = 500$....	15440	4394	23,85	2.55

(1) Lorsque je ne tenais pas assez compte de l'action locale, la quantité d'hydrogène qui en provenait augmentait nécessairement avec la durée des opérations, et le calcul donnait un nombre de calories trop faible pour une quantité d'action chimique déterminée, parce que l'hydrogène total recueilli dépassait le volume afférent à l'électrolyse seule.

(2) Lorsque, avant d'opérer, j'attendais que cette action locale eût complétement cessé, l'électrolyse du sulfate de zinc, mélangé à l'acide sulfurique, se produisait d'autant plus facilement que les opérations s'effectuaient dans un temps plus court, et la quantité de chaleur qui restait confinée dans les couples augmentait nécessairement. D'où il résultait que la chaleur correspondant à une même quantité d'action chimique devenait plus forte.

d'où

	Chaleur correspondant à R + r.	Chaleur qui reste confinée dans le couple.
$t = 1500$....	16234 cal.	3600 cal.
$t = 500$. ..	15934	3900
	Différence.....	300

(II) En opérant avec une pile de cinq couples, dont la résistance R était représentée par une longueur de 78 millimètres de fil de platine normal :

	Chaleur dépensée hors du calorimètre.	Chaleur accusée par le calorimètre qui renferme la pile.	Temps employé pour produire 100 volumes d'hydrogène.	Angles.
$r = 7500$....	15958 cal.	3876 cal.	47,49	1° 32
$r = 2500$....	15109	4725	18,34	3.18

d'où

	Chaleur correspondant à R + r.	Chaleur qui reste confinée dans la pile.
$t = 7500$....	16124 cal.	3710 cal.
$t = 2500$....	15581	4253
	Différence.....	543

» Les différences 300 et 543 ne sont pas assez grandes pour autoriser à conclure que la chaleur mise en jeu dans le circuit augmente avec la durée des opérations.

» La seule intervention du changement d'état moléculaire de l'hydrogène, lorsqu'il devient libre, pourrait expliquer l'origine de la chaleur qui n'est pas transmise au circuit, si cette quantité de chaleur restait constante quelle que fût la nature du métal attaqué, et quelle que fût aussi la nature de l'acide fournissant le dégagement d'hydrogène ; mais, il ressort des expériences suivantes, que cette constance n'existe pas.

» Voici la moyenne des nombres fournis par trois séries d'expériences :

(I) Un couple cadmium et platine plongeant dans l'*acide sulfurique* est placé dans le calorimètre. Le rapport entre la durée des opérations pour produire 100 volumes d'hydrogène est :: 1 : 9,16.

		Chaleur accusée par le calorimètre qui renferme le couple.	Chaleur dépensée au dehors.
(A)	$t = 0$.......	9820 cal.	»
(B)	$t = 1500$....	1661	8159 cal.

(II) Un couple cadmium et platine plongeant dans l'*acide chlorhydrique* est placé dans le calorimètre. Le rapport entre la durée des opérations pour produire 100 volumes d'hydrogène est :: 1 : 1,72.

		Chaleur accusée par le calorimètre qui renferme le couple.	Chaleur dépensée au dehors.
(A)	$t = 0$	7968 cal.	»
(B)	$t = 1500$	1288	9256 cal.

(III) Un couple zinc et platine plongeant dans l'*acide chlorhydrique* occupe le calorimètre. Le rapport entre la durée des opérations pour produire 100 volumes d'hydrogène est $\frac{1}{181}$.

		Chaleur accusée par le calorimètre qui renferme le couple.	Chaleur dépensée au dehors.
(A)	$t = 0$	15899 cal.	»
(B)	$t = 1500$	—1051	16950 cal.

» Dans l'expérience (B) de la série (I), la quantité de chaleur qui reste confinée dans le couple cadmium et platine plongé dans l'acide sulfurique, et qui correspond à 1 gramme d'hydrogène mis en liberté, est notablement plus faible que la quantité de chaleur qui reste confinée dans le couple zinc et platine baignés par le même acide, et qui correspond également à 1 gramme d'hydrogène.

» Dans les expériences (B) des séries (II) et (III) les résultats obtenus sont tout à fait inattendus, puisque, dans l'une et l'autre série, en opérant soit avec le zinc, soit avec le cadmium associés au platine et baignés par l'acide chlorhydrique, *les couples se refroidissent*. Au contraire la quantité de chaleur qui correspond au travail extérieur est plus grande que la somme algébrique des quantités de chaleur mises en jeu dans les diverses réactions qui prennent naissance dans chacun de ces couples, et qui s'y trouvent en totalité, lorsque [*voir* les expériences (A)] la résistance extérieure est nulle. Ce refroidissement des couples ne peut s'expliquer que par l'intervention d'une ou de plusieurs actions locales qui se produisent avec absorption de chaleur.

» En tenant compte des résultats fournis par les expériences que je viens de faire connaître, on est nécessairement conduit à faire intervenir dans les couples des phénomènes locaux autres que celui de la transformation moléculaire de l'hydrogène. L'étude de ces phénomènes sera l'objet d'une communication spéciale. »

PHYSIQUE. — *Recherches sur la pile. De l'origine de la chaleur mise en jeu dans les couples et qui n'est pas transmissible au circuit* (suite). Note de **M. P. A. Favre.**

« Grâce à la propriété que possède le palladium de fixer l'hydrogène et de former avec lui un alliage, propriété qui vient d'être signalée et étudiée avec tant de sagacité par M. Graham, j'ai pu organiser un système d'expériences thermiques qui affirment également le caractère métallique de l'hydrogène et qui contribuent aussi à expliquer l'origine de la chaleur confinée dans les couples voltaïques.

» Il ressortira, je l'espère, de l'interprétation des résultats fournis par ces expériences que, dans les couples, et à côté du phénomène voltaïque proprement dit (dans lequel la totalité de la chaleur mise en jeu se retrouve dans le circuit), il se produit d'autres phénomènes essentiellement locaux suivant ou précédant le premier. Ces phénomènes, ne se produisant pas à travers l'arc interpolaire, engendrent de la chaleur qui reste confinée dans les couples.

» Je me suis proposé dans ce travail: 1° de faire connaître la quantité de chaleur qui prend naissance lorsque l'hydrogène se fixe sur le palladium; 2° de comparer le mode de condensation de l'hydrogène par le palladium au mode de condensation de l'acide carbonique par le charbon de bois; 3° enfin de rechercher si la chaleur qui est mise en jeu pendant la condensation de l'hydrogène profite au courant.

» J'ai fait fonctionner dans le calorimètre une pile de deux couples, *zinc et platine* et *zinc et palladium*, plongés dans l'acide sulfurique normal. Le couple zinc et platine laissait dégager son hydrogène, qu'on mesurait afin de connaître la quantité de zinc attaquée dans chacun des couples. Un rhéostat suffisamment résistant et placé dans le calorimètre ralentissait la réaction, de telle sorte que l'hydrogène qui provenait de l'électrolyse du sulfate d'hydrogène dans le couple zinc et palladium était absorbé en totalité par ce dernier métal, bien qu'il s'en chargeât de plus en plus dans les opérations successives et qu'il devînt de moins en moins apte à le fixer. C'est ainsi que j'ai pu fixer sur le palladium 800 fois environ son volume d'hydrogène.

» Dans ces conditions, le couple zinc et platine, qui laisse dégager la totalité ou la presque totalité de l'hydrogène du sulfate d'hydrogène décom-

posé, ne fournit que. . . . . 19834 cal.
tandis que le couple zinc et palladium, qui fixe la totalité de cet hydrogène, fournit . . . . 23938 cal. (1).

» D'où il résulte que l'hydrogène, pris à l'état gazeux, dégage, en s'alliant au palladium. . . . . 4154 cal.

» On trouvera dans la comparaison que nous allons faire des nombres afférents à dix-sept expériences, qui se sont succédé sans interruption, une nouvelle preuve du caractère franchement métallique de l'hydrogène, et ce ne sera pas la seule que j'aurai l'occasion de fournir.

» La comparaison de ces nombres ne permet pas d'assimiler le phénomène que nous étudions au phénomène de condensation du gaz acide carbonique par le charbon et de le classer parmi les phénomènes que M. Chevreul a si heureusement caractérisés en les rapportant à une attraction spéciale : l'*affinité capillaire*.

» En effet, lorsque, dans des opérations successives, des poids égaux d'acide carbonique se fixent sur le charbon (2), j'ai montré que la quantité de chaleur qui correspond à chacun de ces poids devient de plus en plus faible au fur et à mesure que le gaz s'accumule sur le corps qui l'attire pour former à sa surface des couches de moins en moins denses. Il n'en est plus de même lorsque, dans des opérations successives, l'hydrogène se fixe sur le palladium; car, pour un même poids d'hydrogène fixé, la quantité de chaleur reste constante. C'est ce qui ressort des nombres suivants :

Première expérience.	23742 cal.	
Dix-septième expérience.	24255	(3).

» Pour savoir si la chaleur mise en jeu pendant la condensation de l'hydrogène profite au courant, j'ai opéré de la manière suivante :

» Dans une première série d'expériences, le couple zinc et platine et un rhéostat ont été placés hors du calorimètre qui renfermait le couple zinc

(1) Ce nombre a été calculé en partant du nombre 21911, qui correspond à la formation de l'équivalent de sulfate de zinc et qui est la moyenne de nombres très-concordants, fournis par dix-sept expériences faites dans les conditions précitées, et dans lesquelles, par conséquent, la moitié de l'hydrogène mis en liberté était fixée par le palladium.

(2) *Comptes rendus*, t. XXXIX, p. 731.

(3) En présence de ce résultat, on comprend l'intérêt qui s'attache à l'étude de la condensation de l'hydrogène par le noir de platine. C'est une étude que je me propose d'entreprendre très-prochainement.

et palladium. Le rhéostat introduit dans le circuit était suffisamment résistant pour n'avoir à tenir compte que de la résistance électrolytique.

» Dans une seconde série d'expériences, le couple zinc et palladium a été remplacé dans le calorimètre par un couple en tout semblable (1), à cela près que la lame de palladium était remplacée par une lame de platine.

» Voici les moyennes des nombres fournis par les expériences :

		Chaleur qui reste confinée dans le couple.	Durée exprimée en minutes et rapportée à la production de 100 vol. d'hydrogène.	Angle à la boussole.
Première série,	Couple Zn, Pd . . .	8850 cal.	22,22	2°,45
Secon desérie,	Couple Zn, Pt.	4668	21,52	2°,55
	Différence	4182		

» La différence de 4182 unités entre les quantités de chaleur qui restent confinées dans chacun des couples, dans les deux séries d'expériences (nombre presque identique au nombre 4154 qui est l'expression thermique de la combinaison du palladium avec l'hydrogène gazeux), témoigne de l'impossibilité de transmettre au circuit voltaïque la chaleur engendrée par un phénomène qui, lié à la vérité au phénomène électrolytique proprement dit, n'est cependant après tout qu'un phénomène secondaire.

» Ce ne sont pas les seules considérations qui découlent de l'interprétation des résultats fournis par les expériences que je viens de rapporter. En effet, puisque c'est à la surface de la lame de palladium que l'hydrogène est mis en liberté, et puisque c'est sur cette surface seulement qu'il peut entrer en combinaison, il semblerait que la couche superficielle de palladium devrait se saturer très-promptement d'hydrogène et cesser très-rapidement aussi d'être apte à le fixer de nouveau. Mais il n'en est pas ainsi, en vertu de la propriété que possède l'hydrogène d'abandonner très-rapidement la couche superficielle du palladium qu'il tend à saturer et de pénétrer très-rapidement les couches les plus profondes de ce métal, à travers la masse duquel il chemine par cémentation. C'est ainsi que la surface de l'électrode reste apte à fixer de nouvelles quantités de gaz, tant que sa masse entière n'en est pas complétement saturée.

» Ce phénomène de diffusion de l'hydrogène dans la masse entière du palladium ne s'accuse par aucun phénomène thermique sensible. D'où il

(1) Je ferai remarquer que quelle que soit la nature des lames qui forment les couples, ces lames ont toujours les mêmes dimensions, et sont toujours disposées de la même manière.

résulte que l'hydrogène, en se fixant sur son équivalent de palladium pour former un composé en proportions définies, dégage une quantité de chaleur sensiblement égale à celle qu'il dégage en se diffusant dans une masse quelconque de ce métal. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Note sur l'altitude du Vésuve le 26 avril 1869*; *par* **M. Ed. de Verneuil.**

« L'éruption du 11 novembre 1867, en donnant lieu à la formation d'un cône de 67 mètres (1), a porté le sommet du Vésuve à l'une des plus grandes hauteurs qu'il ait jamais atteinte depuis qu'on s'occupe de le mesurer. M. Schiavoni, Directeur du Bureau topographique de Naples, a publié, l'an dernier, des profils très-intéressants de la forme de ce volcan depuis 1845 jusqu'à 1868. On y voit que, dans ce court espace de temps, non-seulement son sommet a été élevé de 1202 mètres à 1296, mais encore que, par suite des coulées et des divers produits éruptifs rejetés de l'intérieur à l'extérieur, la masse totale de la montagne s'est accrue en tous sens d'une quantité notable.

» Il est intéressant de savoir combien de temps le Vésuve se maintiendra à cette grande altitude, et c'est ce motif qui m'a engagé à le mesurer cette année, comme je l'avais déjà fait l'an dernier.

» Le 26 avril 1869, j'y ai donc fait une nouvelle ascension, accompagné du professeur Guiscardi, de don Diego Franco et de M. Mauget, tous trois bien connus de l'Académie. J'avais un excellent baromètre Fortin qui m'avait déjà servi l'an dernier. Je le comparai à celui de l'observatoire de M. Palmieri, que je trouvai de $\frac{7}{10}$ de millimètre plus bas que le mien.

» A midi, mon baromètre, placé à 2 mètres au-dessous de la pointe la plus élevée du cratère sur le versant nord-est du cône, marquait :

Hauteur du baromètre	$656^{mm},70$
Thermomètre du baromètre	14°
Thermomètre à l'air libre	10,5

» A la même heure, les notations inscrites sur le registre de l'observatoire de M. Palmieri sont les suivantes :

Hauteur du baromètre	$708^{mm},65$
ou, en ajoutant $0^{mm},7$ pour la correction ci-dessus indiquée	$709^{mm},35$
Thermomètre du baromètre	14°,5
Thermomètre à l'air libre	14°,7

(1) *Comptes rendus*, t. LXVI, p. 1020 (1868) : Lettre de M. de Verneuil à M. d'Archiac.

» Il est admis comme certain que le baromètre de l'observatoire est à 637 mètres au-dessus de la mer. Si, avec ces données, on calcule l'altitude du Vésuve, on obtient le chiffre de 1289 mètres.

» Le 7 mai 1868, par un procédé semblable, j'avais déterminé que sa hauteur au-dessus de la mer était de 1287 mètres, tandis que M. Schiavoni, par une méthode trigonométrique, la fixait à 1296 mètres.

» On peut donc assurer que, depuis une année, la hauteur de Vésuve, n'a pas sensiblement varié.

» Il n'en est pas de même de la forme du sommet, qui a été légèrement modifiée.

» Les projections de pierres de toute grosseur qui ont eu lieu depuis le 7 mai 1868 ont recouvert le plateau ondulé qui existait à la base du petit cône, sur le versant nord-nord-est, là où était autrefois la *punta del palo*, en sorte que, de ce côté, comme du côté qui fait face à Pompeï, la pente est presque uniforme depuis le sommet du Vésuve jusqu'à sa base. C'est seulement sur le versant qui regarde Resina que la ligne de pente est brisée par un léger ressaut, et c'est là aujourd'hui que les voyageurs s'arrêtent avant d'escalader le dernier cône.

» Le cratère offre deux pointes à peu près d'égale hauteur, l'une au nord-est et l'autre à l'ouest. Je désirais en mesurer la circonférence, dans la pensée qu'elle était moindre qu'avant l'éruption de novembre 1867. Grâce aux mesures prises au mois de juin précédent par M. Mauget, on sait que le cratère avait alors 900 mètres de circonférence.

» Je m'étais muni d'un décamètre pour avoir une mesure exacte. Malheureusement il sortait du cratère un nuage épais de vapeurs qu'un vent violent rabattait sur la partie occidentale de l'orifice. Je mesurai la partie libre que je trouvai avoir 500 mètres, puis j'essayai de traverser le nuage; mais, après avoir porté cinq fois mon décamètre le long des bords du cratère, je fus tellement suffoqué et aveuglé par cette vapeur noire et pleine d'acide hydrochlorique et sulfureux, qu'il me fallut renoncer à mon dessein. Je pus cependant estimer que ce nuage occupait environ le tiers des bords du cratère, qui, par conséquent, devait avoir une circonférence totale de 750 mètres. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission de deux Membres, qui sera chargée de la révision des comptes.

MM. Mathieu et Brongniart réunissent la majorité des suffrages.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission de neuf Membres, qui sera chargée de décerner les prix de Médecine et de Chirurgie pour le concours de 1869.

MM. Andral, Cloquet, Nélaton, St. Laugier, Bouillaud, Cl. Bernard, Robin, Longet, Coste réunissent la majorité des suffrages.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

GÉOMÉTRIE. — *Mémoire sur une classe de courbes et de surfaces; par* **M. G. Darboux.** (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Bertrand, Serret, O. Bonnet.)

« Dans le Mémoire que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie, je m'occupe surtout d'une classe importante de courbes et de surfaces du quatrième ordre. Les courbes auxquelles est consacrée cette étude et que je propose de nommer *cycliques*, sont celles qui résultent de l'intersection d'une sphère et d'une surface du second degré. J'ai montré, dans un travail déjà ancien, et il résulte des théorèmes généraux de M. Clebsch, que la théorie de ces courbes se lie intimement à celle des fonctions elliptiques. Par exemple, une tranformation des cycliques par la méthode des rayons vecteurs réciproques revient à une transformation du premier ordre, effectuée sur l'intégrale dont elles dépendent. Elles ont été l'objet des travaux de plusieurs géomètres et on connaît un grand nombre de leurs propriétés. Une des plus importantes a déjà été signalée dans une Note insérée aux *Nouvelles Annales de Mathématiques* en 1864. Les cycliques ont quatre focales qui sont des cycliques, de même que les courbes du second degré ont deux focales qui sont des courbes du second degré. Une cyclique et ses focales forment les cinq lignes doubles d'une développable imaginaire, circonscrite au cercle de l'infini, et *ces lignes doubles jouissent de propriétés métriques* tout à fait analogues à celles que l'on connaît depuis longtemps pour les courbes du second degré.

» Les différentes espèces de cycliques sont très-nombreuses. On peut effectuer leur classification de deux manières différentes, soit par le nombre de leurs points doubles, soit d'après leur intersection avec le cercle de l'infini. Ainsi les cycliques qui sont l'intersection d'une sphère et d'une surface de révolution sont doublement tangentes au cercle de l'infini. Elles se rapprochent, par leurs propriétés, des ovales de Descartes.

» Quelques cycliques peuvent être définies d'une infinité de manières par une équation de la forme

$$RR'\ldots = K^2 rr'\ldots$$

R, R',..., r, r',... désignant les distances rectilignes à des points de la sphère. Cela m'a conduit à étudier toutes les courbes planes et sphériques, plus générales que les cycliques, qui peuvent être définies par une équation de la forme précédente. Ces courbes peuvent faire partie de systèmes orthogonaux et isothermes, et j'étends à toutes, les deux propriétés les plus importantes du cercle.

» On obtient, comme conséquence de ces propriétés, une démonstration, nouvelle et indépendante de la théorie des fonctions elliptiques, du théorème de Poncelet sur les polygones inscrits et circonscrits. On démontre même un théorème qui est un peu plus général que le théorème de Poncelet.

» Quant aux surfaces étudiées dans ce travail, ce sont les surfaces du quatrième ordre, ayant le cercle de l'infini pour ligne double. Elles ont été d'abord étudiées par M. Moutard en 1864, mais il est juste de reconnaître que, déjà en 1863, M. Kummer avait étudié d'une manière générale les surfaces du quatrième ordre à ligne double. Quoi qu'il en soit, le caractère spécial de la ligne double donne la plus grande simplicité et le plus grand intérêt à l'étude de ces surfaces. Cet intérêt a été augmenté par la découverte, faite en 1864, d'un système triple orthogonal entièrement composé de ces surfaces et analogue au système des surfaces homofocales du second degré. L'étude de ce système orthogonal m'a conduit à une conséquence nouvelle, exposée dans ce travail. *Les coordonnées d'un point d'une surface du troisième degré s'expriment d'une manière très-simple par des fonctions abéliennes uniformes à quatre périodes.* Cette expression est semblable à celle que M. Clebsch a obtenue pour les courbes du troisième degré, et qui ne dépend que des fonctions elliptiques. Les fonctions abéliennes à quatre périodes paraissent donc jouer, dans la théorie des surfaces du troisième degré, le même rôle que les fonctions elliptiques dans l'étude des courbes du troisième ordre. J'espère pouvoir présenter prochainement à l'Académie une série de nouveaux systèmes orthogonaux, analogues à celui que j'étudie en ce moment, et comme conséquence de cette étude, les expressions, au moyen des fonctions abéliennes, des coordonnées des surfaces de degré supérieur.

» Les surfaces du quatrième ordre que j'étudie seules ici font partie d'une classe très-générale de surfaces nommées *anallagmatiques*, par M. Moutard. Pour distinguer ces surfaces des autres anallagmatiques, je propose de

leur donner le nom de *cyclides*. On sait en effet qu'elles ont dix séries de sections circulaires et elles comprennent comme cas particulier la cyclide de M. Dupin, qu'on pourra appeler *cyclide à lignes de courbure circulaires*. Plusieurs belles propriétés des cyclides ont déjà été données par MM. Moutard et Laguerre. Je reprends l'étude de ces propriétés, en y ajoutant l'étude des sections planes et sphériques, la classification des cyclides et une démonstration nouvelle de l'existence du système orthogonal. Cette démonstration m'a permis de généraliser quelques théorèmes relatifs aux surfaces du second degré.

» Enfin, mon travail est précédé d'une étude sur la transformation par rayons vecteurs réciproques et sur les propriétés focales des surfaces. J'y montre que toute surface a des focales réelles et j'étends aux systèmes doubles orthogonaux les propriétés focales que j'avais obtenues en 1864 pour les systèmes triples seulement. »

MÉCANIQUE. — *Note concernant la mécanique des atomes; par* **M. F. Lucas.** (Présentée par M. Phillips.)

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« Prenant des axes de coordonnées rectangulaires, désignons par Φ le potentiel des actions atomiques exercées, en fonction quelconque des distances, par un système de points fixes, de masses quelconques, sur un point mobile, de masse égale à l'unité, occupant tout d'abord la position $O(x, y, z)$.

» On sait que les trois composantes X, Y, Z de l'action totale exercée sur O seront déterminées par les équations

$$(1)\qquad \begin{cases} X = \dfrac{d\Phi}{dx}, \\ Y = \dfrac{d\Phi}{dy}, \\ Z = \dfrac{d\Phi}{dz}. \end{cases}$$

» Si l'on fait subir au système fixe une déformation infinitésimale, Φ devient $\Phi + d\Phi$, et les composantes de l'action totale éprouvent les variations $\delta\dfrac{d\Phi}{dx}$, $\delta\dfrac{d\Phi}{dy}$, $\delta\dfrac{d\Phi}{dz}$.

» On peut d'ailleurs déterminer une position $K(x+\alpha, y+\beta, z+\gamma)$ du mobile, infiniment voisine de O et telle que l'action exercée par le sys-

tème déformé soit égale et parallèle à l'action exercée en O par le système primitif. Il suffit pour cela de choisir les infiniment petits α, β, γ de manière à satisfaire aux équations

$$(2)\qquad \left\{\begin{aligned} -\delta\frac{d\Phi}{dx} &= A\alpha + M\beta + N\gamma,\\ -\delta\frac{d\Phi}{dy} &= B\beta + P\gamma + M\alpha,\\ -\delta\frac{d\Phi}{dz} &= C\gamma + N\alpha + P\beta,\end{aligned}\right.$$

dans lesquelles on a fait, pour simplifier les écritures,

$$(3)\qquad \left\{\begin{aligned} &\frac{d^2\Phi}{dx^2} = A, \quad \frac{d^2\Phi}{dy^2} = B, \quad \frac{d^2\Phi}{dz^2} = C,\\ &\frac{d^2\Phi}{dx\,dy} = M, \quad \frac{d^2\Phi}{dx\,dz} = N, \quad \frac{d^2\Phi}{dy\,dz} = P.\end{aligned}\right.$$

» Cela posé, admettons que la déformation infinitésimale varie en fonction du temps suivant une loi quelconque.

» La courbe S lieu géométrique du point K pourra évidemment être renfermée dans une sphère infiniment petite, ayant son centre en O. Et nous pouvons noter en passant que, pour contraindre le point mobile, supposé soustrait à l'action du système fixe, à décrire la courbe S, de manière à coïncider constamment avec le point K, il serait nécessaire et suffisant de lui appliquer une force variable dont les trois composantes au temps t auraient pour valeurs

$$\frac{d^2\alpha}{dt^2}, \quad \frac{d^2\beta}{dt^2} \quad \text{et} \quad \frac{d^2\gamma}{dt^2}.$$

» Désignons maintenant par I $(x+u, y+v, z+w)$ une position infiniment voisine de O que le mobile occuperait *effectivement* au temps t, et soient $X+U$, $Y+V$, $Z+W$ les trois composantes de l'action totale exercée en I, au même instant, par le système déformé. Nous aurons, en tenant compte des équations (1), (2) et (3),

$$(4)\qquad \left\{\begin{aligned} U &= A(u-\alpha) + M(v-\beta) + N(w-\gamma),\\ V &= B(v-\beta) + P(w-\gamma) + M(u-\alpha),\\ W &= C(w-\gamma) + N(u-\alpha) + P(v-\beta).\end{aligned}\right.$$

» Aucune hypothèse n'ayant encore été faite sur les directions des axes de coordonnées rectangulaires, nous pouvons les prendre parallèles aux *axes principaux d'élasticité* relatifs au point O et au système fixe primitif. Nous

aurons alors

$$M = N = P = O \ (^*), \tag{5}$$

ce qui simplifie beaucoup les équatious (4).

» Supposons enfin que O soit, relativement au système fixe primitif, une position d'équilibre et transportons en ce point l'origine des coordonnées. Les équations différentielles du mouvement du mobile seront

$$\left\{\begin{aligned} \frac{d^2u}{dt^2} &= A(u-\alpha), \\ \frac{d^2v}{dt^2} &= B(v-\beta), \\ \frac{d^2w}{dt^2} &= C(w-\gamma). \end{aligned}\right. \tag{6}$$

Comme α, β, γ sont des fonctions du temps, lesquelles dépendent de la loi de déformation du système, l'étude générale du mouvement absolu serait difficilement abordable.

» Mais si, conservant aux axes des coordonnées des directions invariables, on les suppose animés d'un mouvement de translation tel, que l'origine des coordonnées coïncide constamment avec le point K, défini plus haut, on peut aisément étudier le mouvement relatif du mobile par rapport à ces nouveaux axes.

» En posant en effet

$$\left\{\begin{aligned} u-\alpha &= \xi, \\ v-\beta &= \eta, \\ w-\gamma &= \zeta, \end{aligned}\right. \tag{7}$$

on trouve pour équations différentielles du mouvement relatif

$$\left\{\begin{aligned} \frac{d^2\xi}{dt^2} &= A\xi, \\ \frac{d^2\eta}{dt^2} &= B\eta, \\ \frac{d^2\zeta}{dt^2} &= C\zeta. \end{aligned}\right. \tag{8}$$

Une double intégration donne

$$\left\{\begin{aligned} \xi &= \xi_0 \cos t\sqrt{-A}, \\ \eta &= \eta_0 \cos t\sqrt{-B}, \\ \zeta &= \zeta_0 \cos t\sqrt{-C}, \end{aligned}\right. \tag{9}$$

(*) *Compte rendu* de la séance du 21 décembre 1868.

ξ_o, η_o, ζ_o représentant les valeurs particulières des coordonnées ξ, η, ζ pour la position I_o qu'occupait le mobile à l'origine du temps, et dans laquelle nous supposons qu'on l'ait abandonné à lui-même sans vitesse initiale.

» Si les trois paramètres A, B, C sont négatifs, le rayon vecteur KI restera constamment infinitésimal. Comme d'ailleurs le rayon OK reste lui-même infiniment petit, il en résulte que le rayon OI sera toujours infinitésimal. On peut dire alors que l'équilibre est *stable*.

» Si l'un au moins des trois paramètres se trouve primitif, le rayon KI et, par suite, le rayon OI croîtront sans limite, au point de cesser d'être infinitésimaux. On peut dire que l'équilibre est *instable*.

» De là cette importante conclusion :

» *L'hypothèse des déformations substituée à celle de la fixité du système donné ne modifie absolument rien aux conditions de la stabilité ou de l'instabilité de l'équilibre du mobile.* »

M. Saint-Clair adresse une réclamation relative à la communication faite à l'Académie, le 21 décembre 1868, par *M. de Montrichard*, sous le titre « Description d'une pompe à piston libre et à refouleur mercuriel ».

Pour établir la priorité de son invention, aujourd'hui dans le domaine public, M. Saint-Clair demande l'ouverture d'un pli cacheté, déposé par lui le 7 janvier 1861. Ce pli, ouvert en séance par M. le Secrétaire perpétuel, contient la description et la figure d'une machine fondée sur le principe des vases communiquants contenant des liquides de densités différentes.

Cette machine se compose essentiellement de deux tubes verticaux, de longueurs très-inégales, communiquant entre eux par leur partie inférieure. Le plus court contient du mercure. Le mercure remplit également le tube de communication et la partie inférieure du grand tube. Ce dernier sert de tuyau d'élévation, pour l'eau qui sera aspirée du puisard par un tube latéral. Voici comment le mouvement de l'eau se produit : Dans le mercure de la petite branche, plonge un corps cylindrique auquel on peut donner un mouvement alternatif d'ascension et de descente, au moyen d'un levier : chaque descente de ce corps, en faisant monter le niveau du mercure, fait monter dans la grande branche l'eau qui la remplit : chaque ascension du cylindre, en laissant descendre le mercure, détermine une aspiration de l'eau du puisard. Un système de soupapes convenablement disposées empêche l'eau ascendante de rétrograder, pendant les mouvements alternatifs du mercure.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée, Commission qui se compose de MM. Morin, Combes, Phillips.)

M. **Chenu** adresse, pour le concours des prix de Médecine et de Chirurgie, une « Statistique médico-chirurgicale de la campagne d'Italie en 1859 et 1860. Service des ambulances et des hôpitaux militaires et civils ».

M. le baron Larrey, en présentant cet ouvrage à l'Académie, donne lecture d'une Note dans laquelle il signale les points qui lui paraissent devoir attirer, d'une manière toute spéciale, l'attention de la Commission chargée de juger ce concours.

Cette Note sera transmise, avec l'ouvrage de M. Chenu, à la future Commission des prix de Médecine et de Chirurgie.

L'Académie a reçu, pour les concours dont le terme est expiré le 1er juin, outre les ouvrages mentionnés au *Bulletin bibliographique*, les Mémoires dont les titres suivent :

CONCOURS MONTYON. PRIX DE MÉDECINE ET CHIRURGIE.

M. T. Junod. — *Des médications hémospasiques et aérothérapiques, etc.*

M. Bouchut. — *De l'ophthalmoscopie dans le diagnostic des maladies de la moelle épinière.*

CONCOURS MONTYON. ARTS INSALUBRES.

M. Charrière. — *De quelques moyens de sauvetage pour les habitants d'une maison incendiée, quand les fenêtres leur offrent seules une issue.*

CONCOURS MONTYON. PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE.

MM. J. Chéron et **E. Goujon.** — *Recherches sur la stimulation nerveuse et musculaire pendant la vie intra-utérine.*

M. G. Pouchet. — *Recherches sur le système nerveux et le développement du tamanoir* (M. jubata, L.).

CONCOURS RELATIF A L'APPLICATION DE L'ÉLECTRICITÉ A LA THÉRAPEUTIQUE.

M. Poggioli. — *Histoire de l'électricité. Électricité médicale.*

CONCOURS TRÉMONT.

M. J. Delcambre. — *Sur des machines à composer et à distribuer les caractères d'imprimerie.*

CONCOURS BORDIN.

(MONOGRAPHIE D'UN ANIMAL INVERTÉBRÉ MARIN.)

Anonyme. — Mémoire portant pour épigraphe : « Dans l'étude des animaux, il faut aller plus loin; il faut grouper les faits constatés par l'obser-

vateur ou mis en lumière par nos combinaisons expérimentales, les comparer entre eux, en peser la valeur, en chercher la signification » (H.-M. EDWARDS, *Introduction à la Zoologie générale*).

CORRESPONDANCE.

M. ÉLIE DE BEAUMONT, en présentant à l'Académie un nouvel opuscule de *M. Zantedeschi*, intitulé : *Termografia-Agghiacciamento*, lit les passages suivants de la Lettre d'envoi, en date de Padoue le 29 mai 1869 :

« ..... J'ai pris pour base de mes calculs la période de 136 années, de 1725 à 1860, période de près d'un siècle et demi, qui était la plus étendue dont on eût réuni les observations en Italie. Dans cette longue période, l'occurrence constante de la moyenne minima et de la moyenne maxima de température annuelle, en janvier et en juillet, ne rencontre aucune exception; mais, le maximum et le minimum de la température absolue annuelle se présentent toujours à des époques très-variables, comme cela résulte des Tables qui se trouvent à la fin de cet opuscule. J'ai trouvé que le maximum de froid est tombé : en janvier, pendant 70 années; en février, pendant 22 années; et en décembre, pendant 44 années; et que le maximum de chaleur est tombé: en juin, pendant 18 années; en juillet, pendant 71 années; et en août, pendant 47 années. Dans cette période de 136 années, il y a eu à Padoue deux températures minima : l'une de $-12^\circ,4$R. $= -15^\circ,5$C., qui arriva en janvier 1789, et l'autre de $-14^\circ,6$R. $= -18^\circ,25$C., qui eut lieu le 3 janvier 1849. Et les températures maxima, dans cette même période de 136 années, furent pareillement au nombre de deux : l'une de $+28^\circ$R. $= +35^\circ$C., qui arriva en juillet 1828, et l'autre de 29°R. $= +36^\circ,28$C., qui arriva au mois d'août 1784. »

ALGÈBRE. — *Sur les fonctions de Sturm*. Note de **M. F. BRIOSCHI**, présentée par M. Serret.

« Dans une Note publiée en 1856 *sur les séries qui donnent le nombre des racines réelles des équations algébriques à une ou à plusieurs inconnues* (*Nouvelles Annales de Mathématiques*, t. XV), j'ai démontré le théorème suivant :

» Soient $x_1, x_2, \ldots, x_n$ les racines d'une équation $f(x) = 0$; $\psi_1(x)$, $\psi_2(x), \ldots, \psi_n(x)$ n fonctions rationnelles entières de x; $\omega(x)$, $\theta(x)$ deux polynômes, et a un nombre entier impair positif ou négatif. En considé-

rant la forme quadratique à coefficients réels

$$\text{(A)}\qquad \sum_m (x-x_m)^a \frac{\omega(x_m)}{\theta(x_m)} U_m^2 = \sum_r \sum_s A_{rs} u_r u_s,$$

où

$$U_m = u_1 \psi_1(x_m) + u_2 \psi_2(x_m) + \ldots + u_n \psi_n(x_m),$$

$$A_{rs} = \sum_m (x-x_m)^a \frac{\omega(x_m)}{\theta(x_m)} \psi_r(x_m) \psi_s(x_m),$$

et en posant

$$\Delta_r = \sum (\pm A_{11} A_{22} \ldots A_{rr}),$$

on voit que, pour une valeur réelle h de x, le nombre des signes positifs dans la suite

$$\text{(B)}\qquad \Delta_1,\quad \frac{\Delta_2}{\Delta_1},\quad \frac{\Delta_3}{\Delta_2}, \ldots, \quad \frac{\Delta_n}{\Delta_{n-1}}$$

représente le nombre des couples de racines imaginaires de l'équation $f(x) = 0$ augmenté du nombre des racines réelles moindre que h. Le nombre de signes négatifs est égal au nombre de couples de racines imaginaires, plus le nombre des racines réelles supérieures à h.

» Dans ce théorème on suppose que le rapport $\omega(x):\theta(x)$ soit positif pour toutes les racines réelles de l'équation $f(x) = 0$. En indiquant avec γ le nombre des racines complexes, δ_1, δ_2 ceux des racines réelles inférieures ou supérieures à h, on a donc

$$\gamma + \delta_1 = M, \quad \gamma + \delta_2 = N,$$

M, N étant les nombres des signes positifs ou négatifs dans la suite (B) pour $x = h$.

» Mais si l'on suppose que le rapport $\omega(x):\theta(x)$ soit positif pour α racines réelles, et négatif pour les autres β; de plus, que de ces α racines, α_1 soient inférieures à h et α_2 supérieures, et semblablement β_1, β_2 pour les β racines, on aura

$$\gamma + \alpha_1 + \beta_2 = M, \quad \gamma + \alpha_2 + \beta_1 = N;$$

enfin si, dans l'équation (A), on suppose $a = 0$, on a évidemment

$$\gamma + \alpha = M, \quad \gamma + \beta = N.$$

» Parmi les applications qu'on peut faire de ce théorème, il en est une, sans doute très-intéressante, celle qui a été récemment l'objet d'une communication de M. Krönecker à l'Académie des Sciences. Je rappellerai à ce

propos quelques relations trouvées en 1853, 1854 par M. Sylvester et par moi (*Nouvelles Annales de Mathématiques*, *Annali di Matematica* del prof. Tortolini) entre les résidus, les dénominateurs des réduites, etc., qu'on obtient de la division de deux polynômes.

» En posant, avec M. Krönecker,

$$f(x) = Q_1(x) f_1(x) - f_2(x), \quad f_1(x) = Q_2(x) f_2(x) - f_3(x), \ldots,$$

où

$$Q_r(x) = A_r x + B_r,$$

et en désignant par $D_1(x)$, $D_2(x)$, ... les dénominateurs des réduites de la fraction continue

$$\cfrac{1}{Q_1 - \cfrac{1}{Q_2 - \cfrac{1}{Q_3 - \ldots}}},$$

les relations que j'ai citées sont les suivantes :

$$\sum_m D_s(x_m) \frac{f_1(x_m)}{f'(x_m)} = 0, \quad \sum_m D_s(x_m) D_r(x_m) \frac{f_1(x_m)}{f'(x_m)} = 0,$$

$$\sum_m \frac{f_1(x_m)}{f'(x_m)} = \frac{1}{A_1}, \quad \sum_m D_s^2(x_m) \frac{f_1(x_m)}{f'(x_m)} = \frac{1}{A_{s+1}},$$

desquelles, en observant que

$$f_{s+1}(x_m) = f_1(x_m) D_s(x_m),$$

on déduit les équations II, IV de M. Krönecker.

» Or si, dans l'équation (A), on pose

$$a = 0, \ \psi_1 = 1, \ \psi_2 = D_1, \ldots, \ \psi_n = D_{n-1}, \quad \omega(x) = f_1(x), \ \theta(x) = f'(x),$$

$$U_m f_1(x_m) = u_1 f_1(x_m) + u_2 f_2(x_m) + \ldots + u_n f_n(x_m) = z_m,$$

on a, en conséquence des relations précédentes,

$$A_{rr} = \frac{1}{A_r}, \quad A_{rs} = 0,$$

et l'équation (A) devient

$$\sum_m \frac{z_m^2}{f_1(x) f'(x)} = \sum_m \frac{1}{A_m} u_m^2,$$

ou l'équation III de M. Krönecker. Enfin, la série (B) étant dans ce cas,

$$\frac{1}{A_1}, \ \frac{1}{A_2}, \ldots, \ \frac{1}{A_n},$$

les nombres M, N des relations

$$\gamma + \alpha = M, \quad \gamma + \beta = N$$

sont des nombres des quantités positives A ou des quantités négatives. Si au lieu de supposer $a = 0$ on fait $a = 1$, on arrive à un résultat aussi remarquable que le précédent. En effet, dans cette hypothèse, on a

$$A_{rr} = \frac{Q_r}{A_r^2}, \quad A_{r,r+1} = A_{r+1,r} = \frac{1}{A_r A_{r+1}},$$

et les autres coefficients A_{rs} égaux à zéro; par conséquent et par une propriété connue des dénominateurs D, on a

$$\Delta_r = \frac{D_r(x)}{A_1^2 A_2^2 \ldots A_r^2},$$

et l'on pourra substituer à la série (B) la suivante:

$$D_1(x), \quad \frac{D_2(x)}{D_1(x)}, \quad \frac{D_3(x)}{D_2(x)}, \ldots, \quad \frac{F(x)}{D_{n-1}(x)}.$$

» En dernier lieu, en posant $a = -1$, on trouve, par un calcul très-simple,

$$\Delta_r = \frac{f_r(x)}{f(x)},$$

et la série (B) deviendra

$$\frac{f_1(x)}{f(x)}, \quad \frac{f_2(x)}{f_1(x)}, \quad \frac{f_3(x)}{f_2(x)}, \ldots, \quad \frac{f_n(x)}{f_{n-1}(x)}. \text{ »}$$

ASTRONOMIE. — *Sur le spectre de l'atmosphère solaire.* Note de **M. G. Rayet**, présentée par M. Le Verrier.

« L'examen de l'atmosphère solaire m'a montré, depuis quelque temps déjà, que la lumière de cette couche gazeuse incandescente donnait au spectroscope une ligne brillante située entre G et H de Frauenhofer. Cette ligne, non encore signalée, est la quatrième des raies brillantes principales du spectre de l'hydrogène; elle est indiquée en *h* sur les planches du spectre solaire normal d'Angström; sa longueur d'onde est $0^{mm},00041011$.

» Cette raie brillante, souvent globuleuse comme F, ne se voit d'une manière très-nette que dans des circonstances favorables; il faut un ciel peu humide et transparent et la présence sur les bords du Soleil d'une haute protubérance. Cette ligne était très-visible le 30 avril, le 1er et le 20 mai.

» Dans des Notes antérieures, j'avais indiqué l'existence de cinq lignes brillantes dans la lumière de l'atmosphère solaire; aujourd'hui je signale la

présence d'une sixième. Il est remarquable que sur ces six raies, quatre appartiennent au spectre de l'hydrogène. Cependant cette substance n'est point la seule qui forme l'atmosphère solaire. En effet, dans sa très-importante communication du 31 mai, le R. P. Secchi signale le renversement de la troisième raie du magnésium, et l'on sait que la ligne jaune voisine de D n'est pas considérée comme une raie de l'hydrogène. Il est donc très-probable, comme nous l'avons indiqué en février (*Comptes rendus*, 28 février 1869), que l'atmosphère solaire renferme plusieurs corps différents. Les observations faites pendant l'éclipse du 18 août nous ont d'ailleurs montré que les protubérances, parties élevées de cette atmosphère, n'ont pas toujours la même composition chimique. »

PHYSIQUE. — *Sur l'emploi du spectroscope pour distinguer une lumière plus faible dans une plus forte.* Note de **M. J.-M. Seguin**, présentée par M. Jamin.

« Aux deux pôles d'une bobine de Ruhmkorff, de moyenne grosseur, sont attachés deux fils de platine assez fins, qu'on maintient dans la direction horizontale et dont les extrémités sont séparées par un intervalle d'environ 1 centimètre. L'étincelle se produit avec ses caractères habituels, et on observe particulièrement la couche de lumière bleue qui enveloppe le bout du fil négatif. On rapproche peu à peu le fil négatif. Celui-ci commence à rougir ; la lumière bleue persiste d'abord en s'affaiblissant, puis on la perd de vue : du moins on cesse de distinguer la couche qu'elle formait sur le fil, et s'il en reste une trace, c'est une teinte bleuâtre dans la lumière due à l'incandescence. Quand les fils sont presque en contact, surtout si l'on appuie légèrement le doigt sur le marteau de l'interrupteur, l'incandescence du fil négatif devient éblouissante, et alors il n'y a plus apparence de la lumière bleue.

» Je me suis demandé si elle avait disparu en réalité, ou si elle était seulement dissimulée par l'éclat du fil chauffé à blanc ; et j'ai pensé que la méthode aujourd'hui célèbre par laquelle on découvre la trace des protubérances du Soleil parmi les rayons plus intenses du disque aurait ici son application.

» Je me suis servi d'un spectroscope vertical de Duboscq. La fente est verticale et on peut la promener d'un fil à l'autre, le long de l'étincelle. Les caractères du spectre changent suivant qu'on vise le point brillant par où l'étincelle se détache du fil positif, ou la couche bleue qui revêt l'extrémité du fil négatif, ou enfin, si celui-ci est incandescent, les parties qui sont rouges au delà de cette couche bleue.

» On arrête la fente sur la couche bleue, pendant que l'étincelle est trop longue pour que le fil soit rouge. Le spectre est caractérisé principalement par un groupe de quatre raies vertes, un groupe de deux raies placées entre le vert et le bleu, un groupe de trois raies violettes, au delà desquelles on en voit d'autres moins brillantes.

» Comme précédemment, on approche peu à peu le fil positif du fil négatif, qui commence à rougir. On s'attendrait à voir un spectre continu, et c'est en effet ce qui arrive, si l'on pointe la fente sur les parties du fil rouge qui sont au delà de la lueur électrique bleue. On a alors un spectre continu, qu'il est utile de considérer, parce qu'on apprend ainsi, sans avoir besoin d'éclairer l'échelle micrométrique, que les raies violettes données par la lueur bleue correspondent à peu près à l'extrémité la plus réfrangible de ce spectre continu. Ramenant la fente sur le bout extrême du fil négatif, on retrouve le spectre rayé de la lueur bleue. Le rouge y prend plus d'éclat au fur et à mesure que le fil devient incandescent; mais les raies vertes, bleues et violettes persistent. Cependant lorsque l'incandescence est très-vive, les raies vertes s'effacent, puis les bleues, et le spectre est continu jusque dans le violet; mais à l'extrémité du violet, on aperçoit encore le groupe des trois raies violettes, lesquelles deviennent moins distinctes, mais marquent leur place jusqu'au commencement de la fusion du fil. Les raies ultra-violettes ont cessé d'être visibles. Le spectroscope permet donc ici, comme dans l'observation des protubérances solaires, de constater la présence d'une faible lueur au milieu d'une lumière qui, à la vision directe, est éblouissante. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'acétochlorhydrine de l'octylglycol.* Note de **M. P. de Clermont**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« MM. Schützenberger et Lippmann ayant fait voir, il y a quatre ans (1), que l'éthylène s'unissait directement à l'acétate de chlore, en donnant le glycol acétochlorhydrique, il m'a semblé intéressant d'essayer cette réaction avec l'octylène, carbure d'hydrogène de la même série, qui m'a déjà servi à préparer divers dérivés dont la description a paru dans ce recueil.

» Je me trouvais d'autant mieux placé, pour faire cette expérience, que M. Schützenberger a bien voulu me faciliter la préparation de l'acétate de chlore et m'aider de ses bons conseils. Voici comment on opère.

---

(1) *Bulletin de la Société Chimique de Paris*, nouvelle série, t. IV, p. 438.

» Dans 50 grammes d'acide acétique anhydre convenablement refroidi, on fait arriver de l'acide hypochloreux anhydre préparé par l'action du chlore sec sur l'oxyde de mercure; on interrompt le dégagement d'acide hypochloreux, lorsque le liquide en a absorbé 10 grammes : il est alors saturé au quart. On ne doit pas dépasser cette proportion, car on s'exposerait à des explosions avec un liquide plus chargé d'acétate de chlore. On ajoute à ce mélange d'acétate de chlore et d'acide acétique anhydre une quantité correspondante d'octylène pur, à savoir : 14 grammes, qu'on a soin d'étendre préalablement d'acide acétique anhydre et d'acide acétique cristallisable, afin de modérer la réaction; ce liquide renfermé dans un ballon à long col est plongé dans un mélange réfrigérant formé de glace pilée et de sel marin; on y verse la dissolution d'acétate de chlore goutte à goutte et en agitant sans cesse le ballon; la combinaison d'octylène et d'acétate de chlore s'effectue alors avec dégagement de chaleur. Il se forme de l'acétochlorhydrine, qui est tenue en dissolution dans l'acide acétique : pour l'en séparer on étend d'eau. L'acétochlorhydrine est mise en liberté et se présente sous forme d'une couche éthérée qu'on lave et qu'on dessèche sur du chlorure de calcium. En saturant le liquide acétique de chlorure de calcium, on parvient à en séparer encore une certaine quantité d'acétochlorhydrine.

» Le liquide ainsi obtenu est de l'acétochlorhydrine accompagnée de produits plus chlorés et moins volatils, qu'on sépare par la distillation fractionnée. L'équation suivante exprime cette réaction :

$$\left.\begin{matrix} C^2H^3O \\ Cl \end{matrix}\right\} O + C^8H^{16} = \left.\begin{matrix} C^8H^{16} \\ C^2H^3O \end{matrix}\right\} O \text{ (1)} \\ \qquad\qquad\qquad\qquad Cl$$

» L'acétochlorhydrine d'octylène est un liquide incolore mobile, doué d'une odeur aromatique, agréable, d'une saveur brûlante; elle est soluble dans l'alcool, l'éther et l'acide acétique, insoluble dans l'eau. Lorsqu'on l'enflamme elle brûle avec une flamme fuligineuse bordée de vert; elle bout sans décomposition à 225° C. Sa densité à 0 degré est égale à 1,026, à 18 degrés à 1,011.

» Sa composition a été établie par les analyses suivantes :

» I. $0^{gr},286$ de matière ont donné $0^{gr},612$ d'acide carbonique et $0^{gr},224$ d'eau.

---

(1) C = 12; O = 16; H = 1.

» II. $0^{gr},367$ de matière ont donné $0^{gr},257$ de chlorure d'argent.

» En centièmes :

	Expériences I.	II.	Théorie.
Carbone.........	58,35	»	58,11
Hydrogène.......	9,47	»	9,20
Chlore..........	»	17,32	17,19

» Sa densité de vapeur a été trouvée de 7,32.

» Voici les données de l'expérience :

Excès de poids du ballon........	$1^{gr},1315$
Température de la balance.......	21°
Température du bain..........	284°
Baromètre.................	$0^{m},755$
Capacité du ballon............	328^{cc}
Air restant...................	»

» La densité de vapeur théorique est de 7,12, l'équivalent correspondant à 2 volumes de vapeur.

» On sait que l'acétochlorhydrine d'éthylène se saponifie très-facilement par la potasse ou la chaux : il n'en est pas de même de l'acétochlorhydrine d'octylène. Chauffée pendant plusieurs jours avec de la potasse caustique dans un appareil à reflux, il ne s'est formé que des traces d'acétate et de chlorure de potassium. Chauffée pendant quarante heures à 180° C. dans des tubes scellés avec de la potasse, on a pu la saponifier en partie et on a obtenu par la distillation fractionnée un liquide bouillant vers 145° C., dont la composition se rapprochait de celle de l'oxyde d'octylène; il est donc permis d'admettre que dans cette réaction, il se forme de l'oxyde d'octylène en vertu de l'équation suivante :

$$\left.\begin{matrix} C^8H^{16} \\ C^2H^3O \\ Cl \end{matrix}\right\} O + 2KHO = C^8H^{17}O + KCl + C^2H^3O.HO.$$

» Voici du reste l'analyse qui a été faite avec le composé dont il s'agit :

» $0^{gr},2565$ du produit ont donné $0^{gr},6835$ d'acide carbonique et $0^{gr},288$ d'eau, ce qui fait en centièmes :

	Expérience.	$C^8H^{17}O$.
Carbone.........	72,67	75,00
Hydrogène.......	12,47	12,50

» Ce travail a été fait au laboratoire de l'école pratique des Hautes-Études de la Sorbonne. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les dérivés acétiques de la mannite.* Note de **M. E. Grange**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« On sait, d'après les recherches de M. Schützenberger, que l'anhydride acétique réagit facilement sur un grand nombre de principes immédiats fonctionnant comme alcools, et donne en très-peu de temps une transformation totale en dérivés acétiques. Sur la prière de M. Schützenberger, j'ai étudié l'action de ce réactif sur la mannite.

» La mannite cristallisée, chauffée en vase ouvert, avec de l'anhydride acétique contenant de 10 à 15 pour 100 d'acide acétique cristallisable à la température de l'ébullition, se dissout peu à peu complétement. Le liquide abandonné au refroidissement se prend en masse solide d'apparence cristalline, formée de grumeaux, n'offrant au microscope aucune forme appréciable, empâtés dans un liquide sirupeux. Le tout a été filtré sur l'amiante avec le concours d'un vide partiel.

» Le résidu a été lavé à l'alcool absolu bouillant, qui a enlevé l'acide acétique et une certaine quantité d'un produit sirupeux dont il sera question plus loin, et cela sans toucher au produit solide. Ainsi purifié, celui-ci offre l'apparence d'une masse solide, très-blanche, très-légère, à peine soluble dans l'alcool bouillant qui le laisse déposer par refroidissement sous forme de flocons. Il est insoluble dans l'éther, très-soluble dans l'eau, soluble dans l'acide acétique, d'une saveur légèrement sucrée et amère. Il accuse un pouvoir rotatoire dextrogyre très-faible.

» Ce produit présente toutes les apparences d'une matière homogène et définie. Séché dans le vide, ou à 120 degrés, il donne à l'analyse les résultats suivants :

I.	Matière	0,490
	Acide carbonique	0,805
	Eau	0,3215
II.	Matière	0,331
	Acide carbonique	0,551
	Eau	0,207
III.	Matière	1,447
	Soude normale à 1 équivalent par litre, saturée par l'acétyle	4^{cc}
IV.	Matière	0,8205
	Soude normale à 1 équivalent, saturée par l'acétyle	2^{cc},30

Ces nombres, traduits en centièmes, conduisent à la formule

$$C^{12}H^{23}(C^2H^3O)O^{10}.$$

			Analyses.			
		Théorie.	I.	II.	III.	IV.
C^{14}.......	168	45,42	44,80	45,49	»	»
H^{26}.......	26	7,027	7,29	6,95	»	»
O^{11}.......	176	47,553	»	»	»	»
	370	100,000	»	»	»	»
Acétyle....	43	11,62	»	»	11,89	12,00

» Chauffé à 120 degrés en vase ouvert, il fond en émettant des vapeurs blanches, et se transforme en une masse amorphe, solide et transparente, qui, abandonnée à elle-même, se convertit de nouveau en la matière primitive.

» D'après ces résultats, le premier terme obtenu par l'action de l'anhydride acétique se formerait par la condensation de deux molécules de mannite, avec perte de deux molécules d'eau et fixation d'un atome d'acétyle.

» Le produit de la saponification de cette substance est sirupeux, légèrement sucré, et paraît être identique avec la mannitane de M. Berthelot, dont la formule devra peut-être, d'après cela, être écrite

$$C^{12}H^{24}O^{10}.$$

» En insistant sur l'action de l'anhydride acétique, on obtient un sirop épais qui, traité par l'eau, donne lieu à la précipitation d'une certaine quantité de grains cristallins blancs et à une eau mère acétique. Ces cristaux, séparés par le filtre, peuvent être facilement purifiés par cristallisation dans l'eau bouillante, d'où ils se séparent en totalité par refroidissement.

» L'eau mère, évaporée au bain-marie pour chasser l'acide acétique libre, laisse un sirop incolore transparent, presque solide, d'une saveur fortement amère, très-soluble dans l'eau, l'acide acétique et l'alcool. Cette matière se distingue des autres produits obtenus par un pouvoir rotatoire dextrogyre très-prononcé qui a été trouvé :

α..... 22°,60, 100 volumes de la solution contenant 48,73 de matière.
Déviation sur un tube de 20 centimètres .... 22°,1

» La matière cristallisée dont il a été question tout à l'heure, et qui n'a pas de pouvoir rotatoire, purifiée par une cristallisation dans l'alcool, a

donné des nombres qui correspondent à ceux de la mannite hexacétique.

» Elle est fusible vers 100 degrés, et se prend par refroidissement en une masse cristallisée. Elle a donné à l'analyse les nombres suivants :

I.	Matière	0,4115
	Acide carbonique	0,743
	Eau	0,215
II.	Matière	0,9615
	Soude normale à 1 équivalent par litre, saturée par l'acétyle	$13^{cc},2$

		Théorie.	I.	II.
C^{18}	216	49,70	49,24	»
H^{26}	26	5,90	5,82	»
O^{12}	192	»	»	»
	434	»	»	»
Acétyle	»	59,0	»	59,3

» La matière sirupeuse qui paraît être identique avec la mannitane acétique obtenue par M. Berthelot, au moyen de l'acide acétique cristallisable, a donné à l'analyse les nombres suivants :

I.	Matière	0,3555
	Acide carbonique	0,640
	Eau	0,205
II.	Matière	0,4515
	Acide carbonique	0,0801
	Eau	0,257
III.	Matière	1,980
	Soude normale à 1 équivalent par litre, saturée par l'acétyle	$15^{cc},5$

		Théorie.	I.	II.	III.
C^{10}	120	48,38	49,10	48,38	»
H^{18}	18	6,40	6,40	6,33	»
O^{8}	128	»	»	»	»
	266	»	»	»	»
Acétyle	»	32,3	»	»	33,6

» Ces nombres conduisent à la formule

$$C^6H^{12}(C^2H^3O)^2O^6 - 2H^2O = C^6H^8(C^2H^3O)^2O^4.$$

» Le fait le plus intéressant de l'histoire de ce corps est son action sur la lumière polarisée, puisqu'il dérive d'un corps inactif.

» Ces recherches, qui seront poursuivies et appliquées aux isomères de la mannite, ont été faites au laboratoire de l'École pratique des Hautes-Études de la Sorbonne, sous la direction de M. Schützenberger, que je suis heureux de pouvoir remercier des bons conseils qu'il n'a cessé de me prodiguer. »

CHIMIE. — *Remarques sur les phénomènes de sursaturation.* Note de **M. F. Margueritte**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« A l'occasion des deux Notes présentées à l'Académie par M. Dubrunfaut sur la sursaturation et la surfusion, nous croyons devoir rappeler que les hypothèses qu'elles renferment sont en contradiction avec l'expérience.

» Le fait non contesté que le sucre cristallisable peut, dans l'alcool étendu, fournir une solution sursaturée en conservant néanmoins intactes ses propriétés optiques, et par cela même l'identité de sa constitution, prouve que la plus grande solubilité transitoire d'un corps n'est pas l'effet d'un changement moléculaire ou d'une modification isomérique.

» Nous croyons donc qu'on ne peut élever à la hauteur d'une théorie de simples conjectures, qui ont pour inconvénient de propager une erreur et pour effet d'écarter les investigations sérieuses et expérimentales de questions fort intéressantes et non encore résolues. »

CHIMIE. — *Deuxième Note sur la théorie de la sursaturation et de la dissolution; par* **M. Lecoq de Boisbaudran**; présentée par M. Wurtz.

« J'ai l'honneur de soumettre à l'appréciation de l'Académie quelques observations relatives à la Note publiée par M. Dubrunfaut (*Comptes rendus*, 24 mai, p. 1218) :

» 1° Le fait que les solubilités et les pouvoirs rotatoires du glucose et de la lactine varient dans le même sens me paraît venir à l'appui de ma manière de voir. En effet, tant que le corps dissous a conservé la constitution moléculaire qu'il possédait dans le cristal, toutes ses parties étant identiques, le pouvoir rotatoire est la somme des pouvoirs égaux et de même sens de toutes les molécules ; tandis que, si le corps a revêtu la constitution moléculaire propre à l'état dissous définitif, et qu'il soit composé, comme je l'admets, de molécules différentes, celles-ci peuvent avoir des pouvoirs rotatoires de sens contraires; la différence observable de ces pouvoirs rotatoires sera très-probablement plus faible que la somme des

pouvoirs égaux et de même sens qui s'observe lorsque la masse est moléculairement homogène.

» La même cause qui peut diminuer les rotations doit, plus probablement encore, augmenter les solubilités, car, si par la dissolution le corps se scinde en plusieurs modifications, chacune de celles-ci agira pour son propre compte vis-à-vis du dissolvant, comme il arrive à un mélange de plusieurs sels. Or la masse de chaque modification n'étant qu'une fraction de la masse totale, il faudra augmenter celle-ci pour que la modification considérée puisse saturer le liquide : le corps paraîtra donc plus soluble.

» Si une modification beaucoup moins soluble que le corps initial tendait à prendre lentement naissance, cette modification finirait par sursaturer la liqueur et se déposerait, soit spontanément, soit en contact d'un isomorphe; on obtiendrait alors une liqueur qui deviendrait d'abord plus dense, puis plus légère que celle qui résulterait de la saturation rapide du dissolvant par le corps initial.

» Le fait que plusieurs substances sont plus solubles après avoir été fondues s'explique de la même façon, la fusion produisant des modifications analogues (1) à celles qui résultent de la dissolution.

» 2° Il me semble qu'on devrait distinguer l'état amorphe proprement dit, c'est-à-dire existant normalement, de l'état amorphe produit par le refroidissement brusque d'un corps fondu. J'admets que la constitution polymoléculaire du corps vitreux provient de ce que l'équilibre des diverses modifications propre à la nouvelle température n'a pas eu le temps de se produire, et ne peut plus le faire plus tard, faute de mobilité du milieu. M. Le Roux a très-heureusement exprimé (2) cet état, qu'il considérait à un point de vue voisin, mais différent, de celui qui nous occupe, par le mot *parafusion*.

» 3° M. Dubrunfaut dit que mon interprétation de l'expérience de Loewel s'appuie, comme la sienne, sur des faits qui s'observent dans les conditions diverses où la sursaturation cesse. Je répondrai, en ce qui regarde l'expérience de Loewel, que je me suis borné à réfuter l'explication qu'en donnait M. Dubrunfaut, sans prétendre tirer de cette expérience des preuves positives de l'exactitude de mon hypothèse. Les observations optiques manquent en effet pour le sulfate de soude, mais voici une expérience faite sur un autre sel. On dissout d'une part à froid de l'alun de chrome violet cris-

(1) Je dis *analogues* et non *identiques*, comme l'admet M. Dubrunfaut.

(2) *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. X, p. 347 (1867).

tallisé : la liqueur est d'un beau bleu-violet. On dissout d'autre part du même alun, mais dans l'eau bouillante; la solution est d'un beau vert foncé. On abandonne ensuite les deux liqueurs à la température ordinaire et l'on observe que bientôt la solution bleue a perdu un peu de sa pureté et tire sur le verdâtre : la solution verte a aussi un peu perdu de sa belle couleur et tire sur le bleuâtre. Au bout d'un temps suffisant, les deux solutions offrent la même couleur vert-bleu, qui représente un état intermédiaire entre les modifications initiales.

» On ne peut nier ici la coexistence à l'état définitif de deux modifications différentes.

» 4° J'avoue ne pas comprendre le but des expériences faites par M. Dubrunfaut sur les densités des eaux mères du sulfate de soude. Il est tout simple (et c'est un fait connu depuis longtemps) que la densité soit constante si l'on opère à l'air libre, car alors il se forme des cristaux à 10 équivalents d'eau, et, les conditions de l'expérience étant toujours ramenées à l'identité, les densités de toutes les eaux mères doivent être égales. Si M. Dubrunfaut avait opéré avec du sel anhydre (1) hors de la présence des poussières de l'air, il aurait certainement trouvé pour l'eau mère une densité plus forte. Cela se déduit du reste du fait qu'une solution sursaturée (2) recouvrant un excès de sel anhydre, se prend en masse au contact d'un cristal à 10 équivalents d'eau; l'eau mère du sel anhydre contient donc beaucoup plus de substances que l'eau mère des cristaux à 10 équivalents d'eau.

» Dans une Note ouverte à l'Académie, le 6 août 1866, j'insistais précisément sur la distinction à faire entre les solubilités propres aux diverses modifications d'un même sel.

» Je crois que les solubilités de toutes les modifications d'une substance (et du sulfate de soude en particulier) sont également *normales*. La solubilité d'un corps doit être définie : la quantité que prend le dissolvant dans des conditions physiques déterminées (température, pression, etc.) en présence d'un excès du corps, et du corps seul (3), dont on cherche à connaître la solubilité.

» 5° M. Dubrunfaut, abandonnant l'hypothèse dans laquelle il suppo-

---

(1) En évitant toute trace de sel à 10 équivalents d'eau dans son sel anhydre.

(2) Facile à préparer par ébullition avec un excès de sel.

(3) Si le corps se trouve en présence d'une de ses modifications *plus stables*, celle-ci détruit la modification initiale, et l'on se tromperait en attribuant aux corps primitifs la solubilité observée.

sait le sulfate de soude dissous avec 7 équivalents d'eau, présente aujourd'hui sa constitution par du sel anhydre. Les objections faites à l'opinion qui admettait la présence exclusive du sel à 7 équivalents d'eau, dans la liqueur, subsistent entièrement lorsqu'on propose maintenant de faire jouer le même rôle au sel anhydre. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les sels de l'acide phénétolsulfurique.* Note de **MM. Opl** et **E. Lippmann**, présentée par M. Wurtz.

« On nomme *phénétol* l'éther éthylique du phénol, $\left.\begin{matrix}C^6H^5\\C^2H^5\end{matrix}\right\}O$. — Nous l'avons préparé d'après la méthode de M. Cahours, en chauffant le phénol potassé avec de l'iodure d'éthyle, en présence de potasse caustique, à 110 degrés centigrades en tube scellé. Le produit, ainsi obtenu, doit être agité à plusieurs reprises avec une lessive concentrée de potasse pour éloigner les dernières traces de phénol. Le phénétol ainsi préparé et convenablement desséché bout de 168 à 170 degrés centigrades, point d'ébullition un peu inférieur à celui indiqué par M. Cahours. Peut-être la matière préparée par lui renfermait-elle un peu de phénol, que l'on ne peut séparer par la distillation. Lorsqu'on ajoute peu à peu un égal poids d'hydrate d'acide sulfurique à de l'éther ainsi purifié, la masse se colore en rose; on chauffe au bain-marie pendant une heure à une heure et demie pour achever la réaction : au bout de ce temps tout le contenu du matras se prend en cristaux.

» On fait dissoudre dans beaucoup d'eau, on précipite par l'hydrate de baryte, on éloigne l'excès de baryte par l'acide carbonique, on lave avec soin à l'eau bouillante les précipités et on évapore la dissolution. On obtient ainsi de beaux cristaux tabulaires et lancéolés d'un sel de baryte presque insoluble dans l'eau à froid, peu soluble à chaud :

	I.	II.	III.	$(C^8H^4SO^3C^2H^5O)^2Ba'' + 4H^2O$.
C.....	34,9	»	»	35,62
H.....	3,1	»	»	3,03
Ba....	»	25,7	»	25,04
H^2O...	»	»	12,34	11,78

» Dans l'eau mère se trouve un sel de baryum dont l'acide est isomérique avec le précédent. Ce sel étant très-soluble dans l'eau, on peut facilement séparer les deux sels. Ceux de l'acide *phénétolparasulfurique* (c'est ainsi que nous appelons cette modification soluble) sont tous amorphes et, par suite, peu caractérisés. Il est facile de préparer par double décomposi-

tion, au moyen de ce sel de baryum, les autres sels de l'acide phénétolparasulfurique : ils sont tous amorphes.

» *Phénétolsulfate de plomb.* — On obtient ce sel en neutralisant l'acide libre par le carbonate de plomb ; en évaporant la solution aqueuse, il cristallise en masses ressemblant à des choux-fleurs, tandis que du paraphénétolsulfate de plomb reste en solution ; le sel desséché à 130 degrés centigrades a été brûlé dans un courant d'air :

	I.	II.	$(C^6H^4SO^3C^2H^5O)^2Pb''$.
C......	30,3	»	31,0
H......	3,07	»	2,9
H......	»	34,1	33,8

» *Phénétolsulfate de potassium*, $\left.\begin{matrix}C^6H^4SO^3K\\C^2H^5\end{matrix}\right\}O + H^2O$. — On décompose le sel de baryum par le carbonate de potassium. On filtre la solution chaude pour la séparer du carbonate de baryum et on évapore. Ce sont de grandes aiguilles soyeuses facilement solubles dans l'eau froide, peu solubles dans l'alcool absolu bouillant. En le faisant cristalliser dans ce véhicule, on le sépare d'un excès de carbonate de potassium :

	I.	II.	III.	$\left.\begin{matrix}C^6H^4SO^3H^2\\C^2H^5\end{matrix}\right\}O + H^2O$.
C...............	37,1	»	»	37,1
H.	3,5	»	»	3,7
K...............	»	15,69	»	15,11
Eau de cristallisation.	»	»	7,86	6,9

» Le phénétolsulfate d'argent est entièrement décomposé pendant l'évaporation, il se sépare de l'argent : on n'a pu réussir à préparer l'éther au moyen du sel de potassium et de l'iodure d'éthyle.

» Ce travail a été fait dans le laboratoire de M. Bauer, professeur à l'Institut Polytechnique de Vienne. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *De la migration de l'azote dans la fabrication du sucre de betterave ; par* **M. Ad. Renard.**

« La betterave, comme toutes les plantes du reste, contient une certaine quantité d'azote, tant à l'état de substances protéiques, qu'à l'état de sels ammoniacaux. Pendant la fabrication du sucre, les différentes opérations qu'on lui fait subir éliminent une partie de cet azote. La chaux que l'on ajoute aux jus pour la défécation en précipite une assez forte proportion à l'état insoluble, tandis qu'une autre se dégage à l'état d'ammoniaque, tant par la décomposition des sels ammoniacaux, que par la réaction de

l'alcali sur les substances azotées fixes. Pour me rendre compte de cette migration de l'azote, j'ai dû doser ce corps dans tous les produits par lesquels on fait passer la betterave pour en extraire le sucre.

» Le dosage de l'azote à l'état de substances protéiques a été fait, en général, au moyen de la chaux sodée (procédé de M. Peligot), l'erreur provenant des nitrates n'étant pas appréciable.

» Quant au dosage de l'azote provenant des sels ammoniacaux, j'ai toujours employé le procédé de M. Boussingault, en distillant la matière en présence de la magnésie préalablement lavée, et en ayant soin, quand cette matière contenait de la chaux libre, de saturer d'abord celle-ci par de l'acide sulfurique étendu. Sans cette précaution, indiquée par M. Boussingault pour le dosage de l'ammoniaque dans les terres chaulées, la chaux contenue dans les jus aurait réagi sur les substances azotées fixes et aurait donné un dégagement d'ammoniaque qui serait venu s'ajouter à celui qui provient des sels ammoniacaux.

» Dans le tableau suivant, j'ai consigné les moyennes des quantités d'azote pour 100 que j'ai obtenues, en opérant sur les différents produits de la fabrication :

	Azote des substances protéiques.	Azote des sels ammoniacaux.
Betterave	0,1492	0,0116
Pulpe	0,2768	0,0104
Jus	0,0864	0,0159
Jus de première carbonatation	0,0554	0,0094
Écumes de première »	0,3611	0,0030
Jus de deuxième »	0,0498	0,0100
Écumes de deuxième »	0,1956	0,0048
Jus après les filtres	0,0637	0,0079
Sirop après le triple effet	0,3309	0,0113
Sirop après les filtres	0,2795	0,0211
Masse cuite de premier jet	0,6498	0,0086
Sucre de premier jet	0	0
Mélasse de premier jet	0,9948	0,0112
Masse cuite de deuxième jet	1,1006	0,0145
Sucre de deuxième jet	0,1377	0,0006
Mélasse de deuxième jet	1,2640	0,0180

» Pour me rendre compte de ce que devient cet azote pendant la fabrication, par suite des différentes opérations que l'on fait subir aux jus, j'ai, d'après les résultats précédents, calculé la quantité d'azote contenue dans chaque produit rapporté à 100 en poids de betteraves.

» Or on arrive ainsi à constater que le jus perd une partie de son azote à l'état d'ammoniaque, qui se dégage dans l'atmosphère, tant par suite de la réaction de la chaux libre sur les sels ammoniacaux que sur les substances azotées fixes, le reste passant dans les écumes ou le noir animal, ou restant dans les derniers produits de la fabrication, c'est-à-dire le sucre et les mélasses.

» On peut du reste s'en rendre compte par les tableaux suivants:

Perte en azote, provenant de sa vaporisation à l'état d'ammoniaque.

Azote provenant des substances protéiques.	Azote provenant des sels ammoniacaux.	
0,0181	0,0068	Première carbonatation.
0,0050	0	Deuxième carbonatation.
0,0112	0,0062	Évaporation au triple effet.
0,0018	0,0032	Cuite premier jet.
0,0016	0	Cuite deuxième jet.
0,0377	0,0162	
Azote absorbé par le noir animal.		
0	0,0022	Filtration du jus.
0,0100	0	Filtration du sirop.
Azote entraîné dans les écumes.		
0,0144	0,0001	De première carbonatation.
0,0009	0	De deuxième carbonatation.
Azote contenu dans les sucres, deuxième jet.		
0,0013	0	
Azote contenu dans les mélasses, deuxième jet.		
0,0505	0,0002	

» Une grande partie de l'azote contenu dans la betterave se dégageant comme on le voit à l'état d'ammoniaque, qui jusqu'à aujourd'hui est complétement perdu, il serait peut-être avantageux comme l'ont déjà indiqué MM. Leplay et Cuisinier, de chercher à le recueillir. Un litre de jus donnant en effet $0^{gr},539$ d'azote, correspondant à $0^{gr},653$ d'ammoniaque ou $2^{gr},193$ de sulfate d'ammoniaque, une fabrique travaillant 20 millions de kilogrammes de betteraves par an pourrait donner ainsi 4 386 kilogrammes de sulfate d'ammoniaque. Ce travail a été fait dans la fabrique de M. Baroche à Saint-Leu-d'Esserent (Oise). Je me fais un devoir de le remercier ici, ainsi que son directeur M. Eclancher, pour tous les renseignements qu'ils ont eu l'obligeance de me donner. »

BALISTIQUE. — *Relation entre les diamètres, les poids, les vitesses initiales des projectiles de l'artillerie, et la tension de leurs trajectoires.* Note de **M. MARTIN DE BRETTES**, présentée par M. Le Verrier.

« L'examen et la discussion des Tables de tir d'un grand nombre de projectiles de l'artillerie, sensiblement semblables à leur extrémité antérieure, mais très-différents par les diamètres, les poids et les vitesses initiales, m'ont permis de découvrir l'influence particulière de chacun de ces éléments : sur les *flèches* ou les hauteurs maxima des trajectoires d'égale portée au-dessus des lignes de mire horizontales.

» La connaissance de ces flèches est très-utile, car elle permet de comparer les armes portatives et les canons de campagne, et de les classer en raison des *effets utiles* de leurs projectiles. Ces effets utiles, toutes choses égales d'ailleurs, sont en raison inverse des flèches, ou proportionnels aux *tensions* des trajectoires (1).

» La relation générale qui existe entre les flèches F, F_0 des trajectoires d'égale portée de deux projectiles de diamètres $2R$, $2R_0$, de poids P, P_0, et de vitesses initiales V, V_0, s'énonce ainsi :

» *Les flèches des trajectoires d'égale portée de deux projectiles antérieurement semblables sont proportionnelles aux diamètres et en raison inverse des produits des racines carrées des poids par les carrés des vitesses initiales.*

» Cette loi est analytiquement représentée par la formule très-simple

$$(A) \qquad \frac{F}{F_0} = \frac{R V^2 \sqrt{P_0}}{R_0 V_0^2 \sqrt{P}}.$$

» Cette formule montre que, lorsque l'on connaît, pour une distance quelconque, la flèche de la trajectoire d'un projectile connu et sa vitesse initiale, la connaissance du diamètre, du poids et de la vitesse initiale d'un autre projectile suffit pour en déterminer la flèche relative à une portée quelconque.

» Je vais reproduire, dans les deux tableaux suivants, quelques-uns des résultats obtenus, par l'emploi de la formule (A), en prenant pour terme de comparaison l'obus oblong français de 4, la vitesse initiale et la flèche de sa trajectoire pour une portée donnée :

---

(1) On dit qu'une trajectoire est plus *tendue* qu'une autre lorsque sa flèche est moindre que celle de la seconde à égalité de portées. Les *tensions sont ainsi en raison inverse des flèches.*

1° *Canons de campagne.*

DÉSIGNATION DES CANONS.	DIAMÈTRE des projectiles.	POIDS des projectiles.	VITESSE initiale.	FLÈCHE A 1000m.		FLÈCHE A 1400m.	
				Calcul.	Expérience	Calcul.	Expérience.
	mm	k	m	m	m	m	m
Canon français de 4......	84,0	4,0	340	16,30	16,30	44,47	44,47
Canon Withworth de 10 liv.	72,23	4,993	366	11,50	12,32	31,29	31,45
Canon suédois...	65,3	2,250	385	12,44	12,74	34,24	33,50
Canon prussien de 4......	79,5	4,250	365	13,98	14,55	35,57	37,89
Canon russe de 4..	85,8	4,514	348	15,16	15,67	42,29	42,36

2° *Armes portatives.*

DÉSIGNATION DES ARMES.	DIAMÈTRE des projectiles.	POIDS des projectiles.	VITESSE initiale.	FLÈCHE A 400m.		FLÈCHE A 600m.	
				Calcul.	Expérience.	Calcul.	Expérience.
	mm	gr	m	m	m	m	m
Fusil français 1866...... .	11,0	24,50	400	2,41	2,29	5,36	5,80
Fusil Westley-Richard....	11,9	39,00	384	2,40	2,28	5,74	5,60
Fusil prussien...........	13,5	32,00	345	3,74	3,60	8,57	8,95
Fusil d'Enfield..........	14,4	34,74	360	3,55	3,64	8,83	8,84
Fusil suisse.	10,0	16,62	470	2,16	2,30	5,30	5,64

» La formule (A) est aussi applicable aux projectiles sphériques. C'est ce qui est mis en évidence par les Tableaux suivants dans lesquels les flèches sont calculées d'après celles du boulet de 8 :

1° *Boulets à grandes vitesses.*

DÉSIGNATION DES CANONS.	DIAMÈTRE des projectiles.	POIDS des projectiles.	VITESSE initiale.	FLÈCHE A 1000m.		FLÈCHE A 1400m.	
				Calcul.	Expérience	Calcul.	Expérience.
	mm	k	m	m	m	m	m
Canon de 8..............	103,3	4,0	490	14,07	14,07	36,72	36,72
Canon de 12............	118,0	6,0	490	12,94	13,09	33,77	32,66
Canon de 24..	149,3	12,0	500	11,67	11,64	29,30	29,90

2° *Boulets et obus de* 12.

DÉSIGNATION DES CANONS.	DIAMÈTRE des projectiles.	POIDS des projectiles.	VITESSE initiale.	FLÈCHE A 800^m (*).		FLÈCHE A 1200^m (**).	
				Calcul.	Expérience.	Calcul.	Expérience.
	mm	k	m	m	m	m	m
Canon obusier de 12......	118,0	4,16	450	10,08	9,62	30,27	27,40
Canon obusier de 12......	118,0	6,0	407	10,08	9,62	30,27	27,40
Canon obusier de 12......	118,0	6,0	454	8,15	8,20	24,45	23,84

(*) La flèche de la trajectoire du boulet de 8 est $7^m,76$ à 800 mètres.
(**) La flèche de la trajectoire du boulet de 8 est $23^m,39$ à 1200 mètres.

» On voit, par ces tableaux, que les résultats théoriques déduits de la formule (A) s'accordent sensiblement avec ceux de l'expérience.

» Les formules particulières qui dérivent de la formule (A), par suite de l'égalité d'une ou de plusieurs données homologues, donnent aussi des résultats sensiblement d'accord avec ceux de l'expérience. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Bolide tombé le 22 mai 1869 dans la commune de Cléguérec, arrondissement de Napoléonville (Morbihan).* Note de **M. de Limur.**

« Le samedi 22 mai 1869, à $9^h\,45^m$ du soir, heure de Vannes ($10^h\,5^m$, heure de Paris), une détonation produite par un bolide se fit entendre; elle fut ici assez forte pour ébranler les vitres.

» D'après MM. Le Plênier et Labussière, qui virent ce bolide au moment de son apparition, il allait du sud au nord; sa direction faisait avec celle du bolide du 7 décembre 1865 un angle d'environ 105 degrés. Après l'avoir suivi quelque temps dans sa course, M. Le Plênier l'a vu éclater en produisant un assez grand nombre d'étincelles d'un blanc verdâtre, qui ont presque aussitôt perdu leur éclat; ce n'est que deux minutes et demie à trois minutes après qu'il a entendu la détonation. Une lumière très-intense, d'un blanc bleuâtre, a éclairé Vannes pendant quelques secondes : on pouvait la comparer à celle que donne le magnésium en combustion.

» Le lendemain, j'appris qu'un bolide était tombé près de Cléguérec, arrondissement de Napoléonville, au village de Kernouve, à 2 kilomètres environ du bourg; que la population l'avait brisé à coups de masse; que le percepteur de Cléguérec, M. Popeguin, en possédait un fragment

de 20 à 22 kilogrammes; que M. Ducasse en avait un autre de 16 à 18 kilogrammes, et que la population s'était partagé le reste.

» Le lundi, je me rendis à Napoléonville. Le trou fait par le bolide avait été remblayé en partie par les habitants, puis déblayé avant notre arrivée. D'après les renseignements que nous pûmes recueillir, la profondeur primitive était d'environ 1 mètre. Des feuilles d'arbres et des bouts de branches grillés étaient là comme témoins du passage d'un corps incandescent.

» D'après les grands morceaux que nous avons eu occasion de voir, ce bolide paraîtrait avoir eu une forme conique. La couche superficielle ou croûte se compose de deux parties bien distinctes : l'une, extérieure, est émaillée, noire, rugueuse et boursouflée, d'une faible épaisseur; l'autre ne peut être considérée que comme un simple émail faisant enduit. Dans quelques parties, des grains de fer natif ont paru traverser les deux couches.

» Quant à la classe à laquelle il paraîtrait devoir appartenir, suivant les distinctions établies par M. Daubrée, j'ai lieu de penser, sauf erreur, que ce bolide appartient à la classe des *Sidérites*, contenant à la fois du fer et des matières pierreuses : le fer se présentant en grains disséminés, donc *Sporadosidères*. La quantité de fer est trop faible pour qu'il appartienne aux *Polysidères*, trop forte pour les *Oligosidères;* donc le bolide de Cléguérec devrait occuper une place intermédiaire entre les deux sous-groupes. Il paraîtrait se rapprocher des météorites tombées le 30 janvier 1868 à Pultusk (Pologne). »

Cette Note sera soumise, avec les échantillons qui l'accompagnent, à l'examen de M. Daubrée.

« **M. Chasles** présente, de la part de M. le prince Boncompagni, le numéro de janvier 1869 du *Bullettino di Bibliografia e di Storia delle scienze matematiche e fisiche*, lequel contient une analyse très-étendue des deux volumes publiés dans le cours de 1868 par *M. Valson*, sur *la Vie et les Travaux du Baron Cauchy*. »

La séance est levée à 5 heures trois quarts. E. D. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 7 juin 1869, les ouvrages dont les titres suivent :

Industrie du gaz. Brevets d'invention pris en France sous l'empire de la loi du 7 janvier 1791, publiés par analyses, extraits ou copies; par M. E. DURAND. Paris, 1865; 1 vol. in-12 relié.

Tablettes du directeur d'usine à gaz. Du compteur à gaz (compteur Crosley); par M. E. DURAND. Paris, sans date; 1 vol. in-12 relié.

Contrôle de la qualité du gaz. Pouvoir éclairant. Épuration; par M. E. DURAND. Paris, sans date; in-12 relié.

Législation spéciale. Lois, décrets et ordonnances recueillis et classés par M. E. DURAND. Paris, sans date; in-12 relié.

Recueil de jurisprudence. Compagnies et consommateurs; par M. E. DURAND. Paris, sans date; in-12 relié.

Recherches anatomiques et paléontologiques pour servir à l'histoire des animaux fossiles de la France; par M. Alphonse-Milne EDWARDS, livraisons 23, 24, 25. Paris, 1869; in-4° avec planches. (Présenté par M. Milne Edwards.)

Travail de l'amalgamation américaine au Cerro de Pasco (Pérou); par M. A. LAGRAVÈRE. Paris, 1869; br. in-4°.

Traité théorique et pratique de l'obésité; par M. F. DANCEL. Paris, 1863; 1 vol. in-8°.

Hygiène. Nouveaux préceptes pour diminuer l'embonpoint sans altérer la santé; par M. F. DANCEL. Paris, 1867; 1 vol. in-12.

Statistique médico-chirurgicale de la campagne d'Italie en 1859 *et* 1860. *Service des ambulances et des hôpitaux militaires et civils; par* M. le Dr J.-C. CHENU, médecin principal d'armée. Paris, 1869; 2 vol. in-4° avec atlas. (Présenté par M. le Baron Larrey.)

(Ces trois derniers ouvrages sont adressés au concours des prix de Médecine et Chirurgie, 1869.)

Réflexions sur les moyens d'enseigner aux sourds-muets l'art d'émettre des sons phonétiques; par M. F. ANDERSON-SMITH. Londres, 1869; br. in-8°.

Liste des publications des Sociétés savantes et des gouvernements, ainsi que des journaux scientifiques qui se trouvent dans la Bibliothèque de la Société hollandaise des Sciences de Harlem, 1er janvier 1869. Harlem, 1869; br. in-8°.

Archives néerlandaises des Sciences exactes et naturelles publiées par la Société hollandaise des Sciences de Harlem, rédigées par M. E.-H. VON BAUMHAUER, t. III, livr. 3, 4, 5. La Haye, 1868; 3 livr. in-8°.

On the... *Sur les arrangements musculaires de la vessie et de la prostate; par* M. J. BELL PETTIGREW. Londres, 1864; in-4°.

On the... *Sur l'arrangement des fibres musculaires dans les ventricules du cœur des vertébrés, avec des remarques physiologiques; par* M. J. BELL PETTIGREW. Londres, 1864; in-4°.

On the... *Sur les relations, la structure et la fonction des valvules du système vasculaire dans les vertébrés; par* M. J. BELL PETTIGREW. Édimbourg, 1864; in-4°.

On the... *Sur les appareils mécaniques d'où résulte le vol dans le règne animal; par* M. J. BELL PETTIGREW. Londres, 1868; in-4°.

On the... *De la présomption de survivance; par* M. J. BELL PETTIGREW. Londres, 1865; in-4°.

(Ces divers ouvrages sont adressés par M. J. Bell Pettigrew au concours des prix de Médecine et Chirurgie, 1869.)

PUBLICATIONS PÉRIODIQUES REÇUES PAR L'ACADÉMIE PENDANT LE MOIS DE MAI 1869.

Annales de Chimie et de Physique, avril à juin 1869; in-8°.

Annales de la Société d'Hydrologie médicale de Paris; 6e livraison, 1869; in-8°.

Annales de l'Observatoire Météorologique de Bruxelles; n° 4, 1869; in-4°.

Annales du Génie civil; mai 1869; in-8°.

Annales médico-psychologiques; mai 1869; in-8°.

Bulletin de l'Académie impériale de Médecine; nos des 30 avril et 15 mai 1869; in-8°.

Bulletin de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique; n° 4, 1869; in-8°.

Bulletin de la Société d'Agriculture, Sciences et Arts de la Sarthe; 1er trimestre 1869; in-8°.

Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale; mars 1869; in-4°.

Bulletin de la Société de Géographie; mars et avril 1869; in-8°.

Bulletin de la Société de l'Industrie minérale; juillet, août et septembre 1868; in-8° avec atlas in-fol.

Bulletin général de Thérapeutique; 15 et 30 mai 1869; in-8°.

Bulletin hebdomadaire de l'Agriculture; nos 19 à 22, 1869; in-8°.

Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze matematiche et fisiche; décembre 1868; in-4°.

Bullettino meteorologico dell' Osservatorio del R. Collegio Carlo Alberto; t. IV, n° 3, 1869; in-4°.

Bullettino meteorologico del R. Osservatorio del Collegio Romano; n° 4, 1869; in-4°.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences; nos 18 à 22, 1er semestre 1869; in-4°.

Cosmos; nos des 1er, 8, 15, 22, 29 mai 1869; in-8°.

Gazette des Hôpitaux; nos 52 à 62, 1869; in-4°.

Gazette médicale de Paris; nos 19 à 22, 1869; in-4°.

Il Nuovo Cimento... *Journal de Physique, de Chimie et d'Histoire naturelle*, avril 1869; in-8°.

Journal d'Agriculture pratique; nos 18 à 21, 1869; in-8°.

Journal de Chimie médicale, de Pharmacie et de Toxicologie; mai 1869; in-8°.

Journal de l'Agriculture, nos 68 et 69, 1869; in-8°.

Journal de la Société impériale et centrale d'Horticulture; avril 1869; in-8°.

Journal de l'Éclairage au Gaz; nos 3 et 4, 1869; in-4°.

Journal de Mathématiques pures et appliquées; mars et avril 1869; in-4°.

Journal de Médecine vétérinaire militaire; mars et avril 1869; in-8°.

Journal de Pharmacie et de Chimie; mai 1869; in-8°.

Journal des Connaissances médicales et pharmaceutiques; nos 13 à 15, 1869; in-8°.

Journal des Fabricants de Sucre; 10e année, nos 4 à 7, 1869; in-fol.

Kaiserliche... *Académie impériale des Sciences de Vienne;* n° 10, 1869; in-8°.

L'Abeille médicale; nos 19 à 22, 1869; in-4°.

L'Aéronaute; avril et mai 1869; in-8°.

L'Art dentaire; mai 1869; in-8°.

L'Art médical; mai 1869; in-8°.

Le Gaz; n° 4, 1869; in-4°.

Le Moniteur de la Photographie; nos 4 et 5, 1869; in-4°.

Les Mondes; nos des 6, 13, 20, 27 mai 1869; in-8°.

Le Sud médical; n° 10, 1869; in-8°.

Magasin pittoresque; mai et juin 1869; in-4°.

Matériaux pour l'histoire positive et philosophique de l'homme; n° 2, 1869; in-8°.

Monatsbericht... *Compte rendu mensuel des séances de l'Académie royale des Sciences de Prusse;* février 1869; in-8°.

Monthly... *Notices mensuelles de la Société royale d'Astronomie de Londres;* n° 6, 1869; in-8°.

Montpellier médical... Journal mensuel de Médecine; mai 1869; in-8°.

Nouvelles Annales de Mathématiques; mai 1869; in-8°.

Observatorio... *Publications de l'Observatoire météorologique de l'Infant don Luiz à l'École Polytechnique de Lisbonne;* mars à août 1868; in-f°.

Pharmaceutical Journal and Transactions; mai 1869; in-8°.

Répertoire de Pharmacie; mai 1869; in-8°.

Revue des Cours scientifiques; nos 23 à 26, 1869; in-4°.

Revue des Eaux et Forêts; mai 1869; in-8°.

Revue hebdomadaire de Chimie scientifique et industrielle; nos 26 et 28, 1869; in-8°.

Revue médicale de Toulouse; mai 1869; in-8°.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 7 JUIN 1869,

PRÉSIDÉE PAR M. DELAUNAY.

PRIX DÉCERNÉS.

SCIENCES MATHÉMATIQUES.

PRIX D'ASTRONOMIE,

FONDATION LALANDE.

(Commissaires : MM. E. Laugier, Mathieu, Faye, Liouville, Delaunay rapporteur.)

Rapport sur le Concours de l'année 1868.

Le phénomène si remarquable des raies du spectre lumineux, après avoir été l'objet des travaux d'un grand nombre de savants, a fini, dans ces derniers temps, par nous fournir un moyen de recherches des plus précieux. La nature intime des corps à l'état de gaz nous est révélée par la disposition spéciale du spectre formé par la lumière qu'ils nous envoient, soit qu'ils émettent eux-mêmes cette lumière, soit qu'ils laissent simplement tamiser à travers leur substance la lumière venant de corps plus éloignés. L'application de ce nouveau mode d'investigation à l'étude de la composition chimique des astres est certainement un des résultats les plus extraordinaires auxquels la science moderne soit parvenue. La lumière du Soleil

a été soumise la première à cette méthode d'analyse, et a conduit à admettre qu'il existe autour de la photosphère éblouissante de l'astre une atmosphère transparente contenant, à l'état de gaz ou de vapeur, un certain nombre de nos corps simples, tels que l'hydrogène, le fer, le calcium, le magnésium, le sodium, etc. Jusqu'à quelle hauteur s'étend cette atmosphère au-dessus de la surface visible du Soleil? Et en outre quelle est la nature de ces protubérances singulières, de couleur rose ou violacée, qui se montrent autour du Soleil lorsque son disque est complètement éclipsé par la Lune? La solution de ces questions du plus haut intérêt ne semblait pouvoir être abordée qu'à l'aide d'observations faites pendant la durée des éclipses totales de Soleil. C'est principalement en vue d'arriver à quelques données nouvelles sur ce sujet que divers observateurs ont été envoyés dans l'Inde et dans la presqu'île de Malacca, pour y observer l'éclipse totale de Soleil du 18 août dernier, éclipse qui devait être particulièrement favorable par la longue durée de sa phase de totalité.

M. Janssen, qui avait reçu sa mission du Bureau des Longitudes et de l'Académie des Sciences, s'est rendu dans l'Inde anglaise et s'est installé à Guntoor, sur la ligne de centralité de l'éclipse. Au moment du phénomène, le temps a été heureusement favorable aux observations. M. Janssen a pu analyser la lumière des protubérances solaires, et y a trouvé tous les caractères de la lumière émise par des masses gazeuses incandescentes principalement composées de gaz hydrogène. Mais le résultat capital de cette expédition, c'est la découverte faite par notre éminent observateur, d'une méthode pour observer ces mêmes protubérances solaires en tout temps, sans qu'il soit nécessaire d'attendre pour cela le moment où le disque du Soleil est complétement masqué par l'interposition de la Lune entre l'astre et l'observateur. Cette méthode, dont M. Janssen a conçu le principe pendant l'éclipse même, a été appliquée par lui dès le lendemain, et a pleinement réussi. Pendant dix-sept jours, du 19 août au 4 septembre, il a pu observer les protubérances solaires et en dresser des cartes qui lui ont montré que ces immenses masses gazeuses se déforment et se déplacent avec une rapidité extraordinaire.

La Commission propose à l'Académie de récompenser cette importante découverte de **M. Janssen** en décernant à son auteur le prix d'Astronomie de la fondation Lalande, et d'en porter la valeur à *deux mille cinq cents francs*.

L'Académie adopte les conclusions de la Commission.

PRIX DE MÉCANIQUE,

FONDÉ PAR M. DE MONTYON.

(Commissaires : MM. Combes, Delaunay, de Saint-Venant, Phillips, Morin rapporteur.)

Rapport sur le Concours de l'année 1868.

On sait, d'après les renseignements contenus dans les diverses et nombreuses publications qui ont été faites sur le canal de Suez, que les terrains dans lesquels il doit être creusé se composent, sur la plus grande partie de son développement, de sable très-fin, d'argiles assez compactes, faciles cependant à enlever à la drague, et de vases plus ou moins molles et coulantes.

Dès l'origine des travaux, la Compagnie s'était servie, pour le creusement d'un premier bassin de débarquement à Port-Saïd et d'un chenal qui devait y conduire les bâtiments légers du commerce, de petites dragues qui versaient leur produit dans des caisses, que des grues enlevaient et vidaient dans des wagons de terrassement.

Ce système exigeait donc l'emploi simultané de dragues, de bateaux porteurs de caisses, de grues fixes et de voies ferrées.

Plus tard, des dragues plus puissantes furent livrées à la Compagnie, et des bateaux porteurs de vase, se vidant par leur fond, arrivés d'Europe, servirent à emmener au large les déblais qui n'étaient pas destinés à fournir le remblai des berges du canal.

Après le creusement de deux rigoles latérales, de 18 à 20 mètres de largeur, qui déterminaient la largeur définitive du canal, et dont les déblais étaient versés sur leurs bords extérieurs par des couloirs de 18 mètres de longueur, perpendiculaires à la longueur des dragues, on dut procéder à leur élargissement et, par divers moyens, on porta la portée de ces couloirs à 22 mètres.

Mais les difficultés, déjà très-grandes, que l'on avait prévues et surmontées, furent bientôt accrues par diverses circonstances, qui obligèrent à modifier les dimensions transversales du canal, la pente des talus, et par suite à augmenter dans une proportion considérable les dimensions et la puissance des appareils.

Sur plusieurs points, les talus de la cuvette du canal ne se soutenaient pas à l'inclinaison prévue de 2 de base sur 1 de hauteur : le passage des

canots et des embarcations à vapeur attaquait les berges et les faisait ébouler.

On fut ainsi conduit à adoucir ces talus, à donner au plan d'eau une largeur de 100 mètres, et à reporter les crêtes intérieures des cavaliers qui recevaient les déblais à 120 mètres de distance l'une de l'autre, ou à 60 mètres de l'axe du canal.

Pour cela, il fallait donner aux dragues des dimensions inusitées, construire des couloirs de 70 mètres de longueur, les supporter et les relier à ces dragues.

Tel fut le problème difficile que M. Lavalley, Ingénieur, ancien Élève de l'École Polytechnique, ne craignit pas d'aborder, et qu'il a résolu avec un succès que nous croyons devoir signaler à l'Académie.

Nous nous bornerons à donner une idée de la hardiesse de la solution par les indications suivantes :

Les grandes dragues nouvelles sont à une seule élinde, dont le pied dépasse l'avant de la coque du bâtiment qui les porte. Les coques ont 33 mètres de long sur $8^m,26$ de large. L'axe du tourteau supérieur de la drague est à $14^m,70$ au-dessus du niveau de l'eau.

La longueur des couloirs placés à droite ou à gauche de la drague, et mesurée de l'axe de celle-ci, est de 70 mètres, leur section est celle d'une demi-ellipse, dont le grand axe est horizontal; il a 60 centimètres de profondeur sur $1^m,50$ de large.

Ces couloirs sont supportés par deux poutres en treillis qui reposent, au tiers de leur longueur, sur un chaland en fer.

Sans entrer dans plus de détails, on comprend de suite la difficulté et l'audace d'une pareille construction flottante, qui devait en outre résister à l'action des vents violents du désert, et aux ondulations de l'eau dans de vastes lacs.

A ces moyens, déjà si puissants, il a fallu en joindre d'autres pour des portions du tracé où, la hauteur des cavaliers dépassant de beaucoup $14^m,70$, il n'eût plus été possible d'élever davantage les dragues.

Alors on a eu recours à un appareil élévateur, non moins remarquable, qui constitue un plan incliné perpendiculaire à la direction du canal, et qui est porté par un chariot mobile sur une voie posée sur la banquette de ce canal.

Ce plan incliné est formé par deux poutres en treillis, qui reçoivent une voie de fer, sur laquelle est traîné un chariot mû par la machine d'un chaland, et qui, après s'être chargé au bas du plan incliné, le parcourt et vient déverser son contenu sur le cavalier.

La moitié des poutres, dirigée vers l'eau, s'appuie sur un chaland, dont l'axe est placé à environ 8 mètres de son extrémité. L'autre moitié, dirigée vers la terre, est complétement en porte-à-faux, et a environ 22 mètres de longueur.

Tout cet appareil reste fixe pendant une certaine période d'avancement des travaux, et déverse sur les cavaliers les déblais qui lui sont apportés dans des caisses par des chalands.

Les détails de ces appareils gigantesques ont été étudiés de manière à en rendre le transport facile, non-seulement depuis les ateliers de France, où ils ont été construits, en Égypte, mais encore, ce qui était plus difficile, de Port-Saïd jusqu'au point même où ils devaient fonctionner, sans qu'on fût obligé de les démonter en entier.

Le succès a couronné la tentative audacieuse de M. Lavalley. Vingt de ces dragues immenses, dont dix ont été construites par la Société des Forges et Chantiers de la Méditerranée, et dix par MM. E. Gouin et Compagnie; dix-huit élévateurs avec leurs chalands flotteurs ont accéléré la marche des travaux de creusement du canal de Suez, et assuré, pour la fin de l'année 1869, l'ouverture de cette grande voie de communication, que le monde civilisé devra à la persévérance de M. de Lesseps, et qui sera pour la France un sujet de légitime orgueil.

Votre Commission a pensé qu'en accordant le *prix de Mécanique de la Fondation Montyon pour l'année* 1868 à l'Ingénieur auquel revient, de l'aveu de ses collaborateurs, la plus grande part dans l'étude des appareils mécaniques dont nous avons cherché à lui présenter une idée générale, elle donnerait un témoignage de sa sympathie pour cette grande œuvre nationale.

En conséquence, elle propose à l'Académie d'accorder ce prix à **M. Lavalley**, Ingénieur, et d'en porter la valeur à *mille francs*.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

PRIX DE STATISTIQUE,

FONDÉ PAR M. DE MONTYON.

(Commissaires : MM. Mathieu, Dupin, Boussingault, A. Passy, Bienaymé rapporteur.)

Rapport sur le Concours de l'année 1868.

C'est pour les Commissions que l'Académie charge de prononcer sur le concours de Statistique fondé par M. de Montyon, un devoir de rappeler de

temps en temps quelles sont les limites naturelles et par suite les conditions de ce concours. Certes le champ de ce qu'on appelle *Statistique* est très-large : il ne viendra à l'esprit de personne de le contester. Il se rencontre des collections de faits dans toutes les sciences, et toute collection de ce genre peut néanmoins être considérée, sous certaines réserves, comme ayant droit à concourir au prix de M. de Montyon. Mais parce que les sciences font des applications, plus rares pour les unes, très-fréquentes pour d'autres, des collections de faits ; parce qu'elles ont titre pour les revendiquer, les rappeler à elles comme leur propriété, et les enlever parfois définitivement à la Statistique : celle-ci n'a point un droit réciproque, et ne saurait ramener à elle aucune de ces sciences, pour les faire participer subrepticement à des récompenses qui sont destinées presque uniquement à ces recherches si laborieuses et si pénibles qu'imposent les recueils de faits dignes de servir aux progrès scientifiques. L'Archéologie, l'Histoire, l'Économie politique, etc., ne sont point de la Statistique. Lorsqu'un auteur compose de matériaux divers la description d'une localité, sans nul doute il ne séparera pas de son ouvrage des documents archéologiques, historiques, économiques, géologiques même, ni bien d'autres, qu'il aura nécessairement recueillis dans le cours de ses travaux statistiques, et qui parfois seront indispensables pour mettre sous un jour véritable les collections de faits, but principal de ces travaux. Mais si, entraîné par l'attrait des études historiques, archéologiques ou autres, refroidi par la monotonie, par la minutie, par l'aridité et surtout par l'immense longueur des recherches purement statistiques, où il faut vérifier soi-même chacune des unités qui forment ces millions de chiffres ; si l'auteur apporte un Mémoire dans lequel la Statistique disparaisse en quelque sorte (disparaisse même tout à fait, car cela arrive souvent), il ne devra pas être surpris de se voir préféré par vos Commissions de simples tableaux de faits, de modestes résumés numériques, parfois bien courts, mais qui ont exigé des années de patience et d'assujettissement de la part de bons esprits, capables de faire de leurs forces un usage plus brillant, et que l'amour seul de la vérité a soutenus dans ces études si lentes et si difficiles ; car c'est seulement de bons esprits qui font de bonnes Statistiques. On croit trop communément que ces additions de faits peuvent être exécutées par le premier venu ; c'est une erreur ; il y faut des études préalables qu'il n'est pas donné au premier venu de posséder. Sans plus insister sur ce point, quelque important qu'il soit, votre Commission rappelle donc encore cette année que ni l'Histoire, ni l'Économie politique, ni aucune autre science ne sont admises pour elles-mêmes

à ce concours: elles ont ailleurs de belles et nombreuses récompenses. Si quelque ouvrage du genre ainsi défini reçoit ici une mention spéciale, c'est que vos Commissions y ont reconnu parfois une page unique de vraie Statistique, qui, par la nouveauté, l'originalité de la recherche, méritait d'être signalée au public, ne fût-ce que pour encourager d'autres savants à compléter cette recherche par de bien plus longs travaux. Vos Commissions se font une obligation de tout lire avec soin, même les œuvres qui semblent le plus s'éloigner de ce concours, afin de ne pas laisser échapper les quelques lignes, les rares données numériques qui, aux yeux de l'auteur, ont pu en motiver la présentation. On en trouvera aisément la preuve dans les résultats des concours précédents et on la trouvera dans ceux du concours de cette année.

Parmi les nombreux envois adressés à l'Académie et soumis à votre Commission, elle a distingué surtout la collection d'observations météorologiques faites à Versailles pendant vingt et un ans, par M. Bérigny. Il a eu pour collaborateur, dans les dernières années, M. Richard, de Sedan, que la science vient de perdre prématurément, et il avait été lui-même, pendant les premières, l'adjoint fidèle de M. Hæghens, de regrettable mémoire. La Météorologie fait de grands efforts, depuis quelques années principalement, pour se constituer à l'état de science, et tout donne l'espoir qu'elle y parviendra. Mais c'est un espoir à longue échéance encore. Dès qu'on s'en occupe, on voit bien ce qui fait différer les sciences d'observation et les sciences d'expérience. La Météorologie ne reproduit jamais l'objet de ses études. Le passé est perdu, s'il n'a été enregistré avec intelligence et en même temps avec minutie. Il faut conserver toutes les observations, car on ignore l'usage qui en sera fait. Il faut décrire avec attention tous les instruments, car seront-ils comparables? M. Bérigny a eu durant de longues années, la persévérance bien méritoire, réunie à l'exactitude savante, indispensable, de recueillir des données météorologiques journalières qu'on ne trouve pas souvent constatées par le même observateur pendant si longtemps. Trois fois par jour, ses tableaux présentent l'état du baromètre, du thermomètre, de l'hygromètre; la direction et l'intensité du vent, la forme des nuages, la nébulosité du ciel, enfin la quantité de pluie tombée le jour et la nuit. Ils sont suivis de résumés annuels et d'un journal météorologique qui pourra aider beaucoup ses successeurs. Car c'est pour l'avenir qu'il a travaillé, presque pour la postérité. Il n'est pas de ceux qui se hâtent de tirer des conclusions d'un trop petit nombre d'observations. Il sait ce que valent ces conclusions prématurées. Pour n'en citer ici qu'un exemple aussi

instructif que celui qui a été tiré des registres tenus pendant quarante ans à Poitiers par M. de la Mazière (un médecin, comme l'est M. Bérigny), voici un résumé des quantités de pluie tombées à Versailles pendant les deux périodes, de dix ans l'une, qu'on peut former avec les vingt et une années de ce Recueil :

	1847-1856	1857-1866	20 ans
Hiver	1045mm	1134mm	2179mm
Printemps	1729	1354	3083
Été	1490	1650	3140
Automne	1328	1350	2678
Année moyenne	559	549	554

On aperçoit immédiatement que dix années ne suffisent pas à décider de la saison qui donne le maximum des pluies. Dans la première période de dix ans, il est tombé au printemps ; dans la deuxième, il tombe en été. L'ensemble des vingt années n'indique rien de positif à cet égard, et sans doute il faudra encore plus d'un laps de vingt ans pour prononcer en toute sécurité. Qu'on ne croie pas que la position annuelle du maximum de l'eau du ciel n'ait qu'un intérêt de curiosité : cette position importe beaucoup dans la culture, et notamment dans la culture des bois. Si, après une coupe, les pluies d'été viennent à manquer, les jeunes plantes sont anéanties par la sécheresse. A Poitiers, les pluies d'été sont moins abondantes que les pluies d'automne ; à Versailles, c'est le contraire. On peut donc dire en général qu'il faudra bien plus de prévoyance et de soins de la part d'un forestier pour diriger les coupes sous le climat de la Haute-Vienne que sous celui de Seine-et-Oise. Mais on ne doit parler ainsi qu'en général, car déjà les météorologistes semblent reconnaître qu'à des distances peu considérables on rencontre parfois des quantités d'eau très-différentes selon les saisons.

C'est avec regret qu'il faut ici se borner à ce curieux extrait d'un seul point des résultats dus à M. Bérigny. Il y aurait pourtant une foule de conséquences intéressantes à en déduire : mais toujours sous cette restriction, qu'il ne s'agit encore que de vingt et une années, et que c'est un temps bien court en Météorologie.

Votre Commission pense que, par des observations si complètes, par une constance si prolongée, M. Bérigny a bien mérité de la science. Elle lui décerne donc le prix de cette année. En même temps, elle exprime le vif désir que ce soit un encouragement pour l'auteur, et par la suite pour d'autres savants, à continuer ces observations de Versailles déjà si pré-

cieuses, et qui le deviendront de plus en plus à mesure qu'elles se multiplieront dans le temps.

Un ouvrage d'un ordre très-différent paraît à votre Commission mériter une mention très-honorable : c'est un *Essai historique et statistique sur les Établissements de bienfaisance de la ville de Bourg*, par M. le docteur Ébrard. Les développements historiques sur chacune des institutions charitables de la petite ville de 11 000 âmes, chef-lieu de l'Ain, l'emportent de beaucoup sur la partie statistique dans ce volume de 500 pages. Mais la statistique est faite avec soin, consciencieusement, et résulte des recherches personnelles de l'auteur. Il a remonté dans les registres de la ville jusqu'à l'année 1561, et il y a relevé un à un tous les actes pour six périodes de cinq ans et une de trois, jusqu'en 1860. Aussi avoue-t-il qu'il n'aurait pas eu le courage d'entreprendre de telles recherches s'il avait *prévu combien elles exigeaient de temps et de patience.* C'est pour s'excuser de réduire ainsi aux faits de trente-trois ans, épars sur trois siècles entiers, les données relatives aux mouvements de la population, que M. Ébrard fait cet aveu; il n'a rien de surprenant pour ceux qui se sont occupés de statistique véritable, qui ont voulu construire un ensemble avec des détails solides et qui ne se sont pas contentés de généralités trompeuses, dont chacun fait à peu près ce qu'il veut.

L'ouvrage contient des documents multipliés qu'apprécieront sans nul doute tous les hommes, très-nombreux de nos jours, qui prennent à cœur l'exercice et la bonne direction de la bienfaisance publique, comme de la charité privée. Malgré la réserve et la modération avec lesquelles il y est parlé de la gestion du bien des pauvres pendant trois cents ans, on voit clairement toutes les difficultés qui se rencontrent dans la marche des sociétés de bienfaisance, tous les obstacles qui paralysent les meilleures intentions, tous les abus qui lassent les dévouements et découragent les plus fermes volontés. C'est surtout en détournant insensiblement les fonds de charité vers des objets, respectables en apparence, mais en réalité destructifs par l'envahissement dont ils contiennent le germe, qu'on a successivement anéanti plus d'une fondation dans la ville de Bourg : car la charité des classes aisées ne paraît avoir fait défaut à aucune époque. Mais la gestion a été souvent très-imparfaite, et il y a tel établissement qui, inscrivant dans ses comptes 8 000 fr. pour des vieillards qui n'existaient pas, distribuait cette somme en secours donnés sans discernement. Les renseignements financiers ne manquent pas dans le recueil de l'auteur. Ils y sont cependant trop restreints le plus souvent et n'ont plus dès lors un intérêt général. Il

est plus à propos de citer ici quelques points relatifs à la durée de la vie humaine : d'abord l'âge moyen des mariages, qui ne peut souffrir d'erreur notable. Cet âge a été, pour cinq ans, aux époques :

	Hommes.	Femmes.
De 1668 à 1673	31 ans 6 mois.	27 ans 7 mois.
De 1738 à 1742	29 ans 8 mois.	28 ans 6 mois.
De 1826 à 1830	32 ans 1 mois.	28 ans 1 mois.
De 1856 à 1860	32 ans 6 mois.	28 ans 1 mois.

Il est très-remarquable que, malgré la brièveté des périodes relevées par l'auteur, et le petit nombre des mariages annuels, qui n'a pas excédé 101, chiffre le plus récent, il est très-remarquable que cet âge ait si peu varié. L'auteur en pouvait tirer la présomption que la durée de la vie variait bien peu. Mais il a cherché ailleurs des procédés pour connaître la vie moyenne, et il la croit augmentée de moitié. Voici comment. D'une part, il prend le quotient de la population par les décès; d'autre part, il fait le calcul de l'âge moyen des décédés. Il trouve ainsi :

	Par le quotient.	Par l'âge moyen.
De 1658 à 1663	26 ans 8 mois.	22 ans.
De 1738 à 1742	22 ans 7 mois.	23 ans 7 mois
De 1780 à 1790	23 ans 2 mois.	27 ans.
De 1826 à 1830	33 ans 7 mois.	37 ans.
De 1856 à 1860	39 ans 6 mois.	36 ans.

Bien des Recueils statistiques emploient encore à présent les mêmes procédés, qui donnent des résultats si flatteurs pour la civilisation moderne. Mais, on ne saurait trop le répéter, ces procédés sont tout à fait inexacts pour des populations variables comme l'a été celle de la France depuis des siècles. Les survivants de la dernière conscription du premier Empire ayant dépassé l'âge de soixante-douze ans, qu'y a-t-il de surprenant qu'on trouve aujourd'hui plus de vieillards dans les registres de décès qu'il n'y en avait il y a quarante ans, après de longues guerres? D'un autre côté, comment comparer les relevés mal tenus des registres des paroisses d'autrefois avec les registres actuels de l'état civil? Enfin il y a longtemps que les travaux de Deparcieux, en France, de Wargentin, en Suède, de Price, en Angleterre, pour se borner à ces auteurs déjà d'une date qui s'éloigne, ont mis hors de doute la différence immense qui existe d'ordinaire entre la véritable durée de la vie humaine et l'âge moyen des décès. Il est donc nécessaire, pour connaître cette durée de la vie, de faire des recherches très-différentes et bien plus pénibles, à la vérité.

L'auteur qui, s'il a peu de pratique de la Statistique, paraît être vraiment judicieux, a eu l'idée très-juste de séparer les décès des natifs de Bourg et des habitants qui n'y sont pas nés. Il indique d'une manière trop sommaire le résultat très-important qu'il a constaté par cette distinction.

Il a trouvé l'âge moyen des décès :

	Pour les natifs.	Pour les immigrants.
De 1826 à 1830	23 ans 9 mois.	54 ans 7 mois.
De 1856 à 1860	22 ans 7 mois.	51 ans 6 mois.

Si ces nombres n'apprennent rien sur la vraie durée de la vie, ils mettent en évidence comment une ville dont la population augmente par l'immigration voit l'âge moyen des décès s'accroître de plus en plus, sans qu'il soit possible d'en rien conclure sur la vraie valeur de la durée moyenne réelle de la vie. Ce simple renseignement positif devrait mettre en garde contre la plupart des calculs, où l'on veut trouver trop directement et sans peine, pour cette durée, les preuves d'une augmentation très-probable, qu'il convient de chercher autre part avec les soins, les peines et les dépenses que mérite une donnée si importante.

Ces indications bien succinctes font voir comment la partie statistique de l'ouvrage du Dr Ébrard a motivé le vote de votre Commission. En les rapprochant des remarques rappelées ci-dessus, l'auteur comprendra facilement pourquoi un autre Mémoire qu'il avait envoyé au concours a dû en être écarté. Il traitait d'un sujet d'un grand intérêt actuel : *Des bienfaits des Sociétés de secours mutuels;* mais il ne contenait rien de Statistique.

M. Fayet, ancien Inspecteur d'Académie, a présenté quatre brochures et un manuscrit sur les progrès et la situation de l'instruction primaire. C'est trop souvent de la Stastistique faite d'après des documents empruntés à des Recueils publics; mais on y trouve réunies et fondues dans l'ensemble des recherches exactes qui appartiennent en propre à l'auteur. A la vérité, sur les quatre brochures, trois sont des Rapports sur la situation de l'instruction primaire dans le département de l'Indre, dont le Préfet les a transmis au Conseil général. Ces trois Rapports sont rédigés avec beaucoup de soin, et le dernier surtout offre les détails les plus intéressants sur les difficultés qu'éprouvent la diffusion de l'instruction et la création des écoles dans l'Indre, où les communes sont pauvres et où les habitations sont souvent très-éloignées du centre d'agglomération. Des tableaux bien conçus et de petites cartes teintées par cantons font voir sans peine tous les progrès de l'instruction dans ce département très-arriéré. En

France, de 1857 à 1861, sur 100 jeunes gens appelés au recrutement, 30 seulement ne savaient ni lire ni écrire. Dans l'Indre la proportion était presque renversée vers la même époque. Mais déjà le progrès s'y faisait sentir, et, de 1858 à 1865, le rapport des ignorants n'était plus que de 57 sur 100. En outre, M. Fayet constate le remarquable succès des cours d'adultes, récemment ouverts, et qui, en 1867, ont compté plus de 6 000 élèves. Presque tous avaient, à la fin du cours, acquis une instruction primaire très-satisfaisante. Si une pareille ardeur se soutenait quelque temps, et qu'ensuite les parents la transmissent à leurs enfants, il n'y aurait bientôt plus en France d'autres ignorants que les êtres à qui la nature a refusé toute aptitude à l'éducation. Les efforts qui ont été faits de tous côtés par les membres du corps enseignant et l'impulsion vive donnée par le Ministre de l'Instruction publique recevraient leur véritable récompense.

Dans son manuscrit portant le titre d'*Essai sur la marche progressive de l'instruction primaire en France depuis cinquante ans,* l'auteur n'est plus aussi précis, ni aussi clair. Il signale, entre l'instruction soit des conscrits en général, soit en particulier des accusés, dans chaque département, des différences par trop considérables, qui l'amènent à des conclusions peut-être hasardées. Toujours exact dans ses déductions, d'après les nombres qu'il a sous les yeux, il ne fait pas assez attention qu'avec quelques commentaires bien faciles, ces nombres permettraient des conclusions très-différentes. Ainsi l'excès proportionnel des accusés instruits l'étonne, et il est presque tenté d'en conclure que l'instruction a peu d'influence sur la moralité. Mais quand on veut bien réfléchir que, dans les classes instruites, le crime se cache très-difficilement; que dans les campagnes et parmi les ignorants les magistrats instructeurs n'obtiennent des témoignages qu'avec peine, ou même n'en trouvent pas du tout, pour des crimes connus parfois de la moitié de la population, alors on n'est plus surpris des discordances qui ont été signalées par M. Fayet et par d'autres auteurs.

En outre, il aurait été bon de remarquer qu'il s'agit de pièces officielles, qui ne peuvent s'accorder qu'en gros, qui demanderaient une masse de recherches accessoires afin d'être amenées à coïncidence parfaite, et qui, quoique excellentes au point de vue administratif, ne sont pas très-susceptibles de combinaisons scientifiques dans l'état où elles se trouvent. C'est ce que la quatrième brochure de M. Fayet met cependant en complète évidence. Il a fait ressortir les disparates les plus étranges entre les nombres d'enfants indiqués dans les recensemens de la population et les nombres d'enfants de même âge dans les recensements des élèves reçus dans les

écoles; bien plus, il a signalé des départements qui ont plus de conscrits à vingt ans qu'il n'y avait de garçons de dix ans existants dix ans auparavant. Il a raison de montrer ces désaccords, afin qu'ils soient expliqués, s'il se peut, et qu'ils disparaissent. Mais n'aurait-il pas dû en conclure qu'il ne faut pas vouloir tirer des déductions précises de nombres recueillis pour exécuter des lois et des règlements qui n'ont pas la science pour objet, et qui ont des buts très-différents les uns des autres. Ainsi il ne connaît pas le nombre des réfractaires aux diverses dates de ce siècle, et il veut proportionner l'augmentation de la population au nombre des conscrits. Tout ce qu'on peut dire, c'est que ce rapport est très-probable; mais, d'une part, il ne sera possible de le montrer que quand on sera certain qu'il n'émigre pas de jeunes gens; et, d'une autre part, ce ne sera jamais un rapport exact dans une population croissante comme l'est celle de la France.

Ce qui semblerait très-juste à la vue du nombre moyen des conscrits du département de la Seine, passant de 5283 à 11226 en moins de quarante ans, ce serait de conclure au doublement de la population dans ce département. Et cependant on n'aurait là qu'une conclusion imparfaite, car tout le monde sait que la population de Paris a plus que doublé.

Dans le même temps, trente-cinq départements ont vu diminuer le nombre de leurs jeunes gens de vingt ans. Sans nul doute, ces diminutions sont dues à l'accroissement considérable de la population de la Seine. Elles sont toutefois assez fortes dans plusieurs départements pour appeler l'attention des gens instruits de ces localités, qui pourraient faire connaître s'il y a là d'autres causes que l'accroissement de toutes les villes aux dépens des campagnes.

Pour la France entière, le nombre total des jeunes gens de vingt ans appelés au recrutement n'a cessé de s'accroître, bien que lentement. Il a dépassé 315 000 de 1861 à 1865, et dans le même temps le nombre des mariages, croissant aussi, a été de plus de 301 000. Quelque défalcation qu'on puisse faire pour les secondes noces, cette énorme proportion des mariages ne laisse aucun doute sur l'inanité des reproches d'immoralité qu'on adresse bien légèrement à la nation française. Si l'on regardait au dehors avec les mêmes yeux, on verrait bien vite qu'on est dans une étrange illusion.

Malgré les observations qui précèdent, et qui, d'ailleurs, s'adressent à la nature des renseignements employés par M. Fayet et à quelques conclusions partielles plutôt qu'à son travail proprement dit, la Commission a trouvé très-digne d'une mention honorable l'envoi intéressant de

M. Fayet. Elle la lui décerne spécialement pour son Rapport de 1867 sur la situation de l'instruction primaire dans le département de l'Indre.

Le département de l'Eure est un de ceux qui ont subi une réduction notable dans le nombre des conscrits depuis une vingtaine d'années, d'après les chiffres de M. Fayet. Ce résultat s'accorde avec ceux d'un volume intitulé : *Gisors et son canton*, envoyé par M. Charpillon. Dans son travail, qui expose sous toutes ses faces la situation de ce canton de 11 000 âmes, l'auteur remarque que, de 1836-1845 à 1856-1865, le nombre des conscrits est descendu de 839 à 806. La population diminuait dans le même temps; les décès surpassaient les naissances; le quotient des naissances par les mariages de l'année s'abaissait aussi de plus en plus. Toutes ces diminutions paraissent faibles et lentes; et elles sont en contradiction avec le nombre des mariages, qui n'a pas cessé de s'augmenter. L'auteur semble porté à attribuer ces affaiblissements de la population à des tendances immorales. Lorsqu'on recueille de très-petits nombres comme le sont ceux d'un canton de 11 000 individus, où rarement il se rencontre 250 naissances dans le cours d'une année, c'est s'exposer à de grands risques que de prononcer des décisions générales. Sur de petits nombres les variations les plus singulières peuvent se manifester sans qu'il y ait toujours des causes bien évidentes. Il est indispensable alors de descendre dans les détails et d'arriver aux origines immédiates : et souvent les résultats changent d'aspect. Dans le canton de Gisors, où le nombre annuel des mariages augmente, où il est même plus grand que celui des conscrits (810 contre 792 de 1856 à 1865), on ne saurait considérer comme un indice certain une diminution de population d'un recensement à l'autre, sans approfondir les faits successifs par des informations presque individuelles. Il y a plus de soixante ans les feuilles du mouvement de la population des départements de la Normandie que s'était procurées Françis d'Ivernois lui montraient un très-petit nombre de naissances relativement aux mariages. Loin de déduire de ce fait, que présente toujours le canton de Gisors, une présomption d'affaiblissement dans ces départements, il en concluait, et non sans raison, que les habitants élevaient presque tous leurs enfants, que la race était forte et belle, et que la longévité devait y être plus grande qu'ailleurs. C'est aussi ce qu'on peut présumer pour le canton de Gisors d'après les indications du dernier recensement par âges et par sexes.

Ces réflexions sont amenées naturellement quand on examine les tableaux de l'auteur, et surtout quand on voit que le nombre des crimes et des délits diminue d'année en année. Mais il serait trop long de reprendre tous ces

petits nombres, entre lesquels certaines discordances peuvent exister sans tirer à conséquence. Il est préférable de faire connaître un fait très-important, qui montre ce que peut valoir à un canton le bon choix d'un juge de paix. Avant 1865 bien peu d'affaires portées au Tribunal de paix étaient conciliées; des agents d'affaires s'en chargeaient et finissaient par plaider. L'auteur n'évalue pas à moins de 28 000 fr. par an les frais de toute espèce causés par ces intermédiaires. En 1864, M. Pépin, juge de paix conciliant et ferme, parvint à écarter les agents d'affaires, et son successeur, M. Charpillon, l'auteur même du Mémoire statistique dont il s'agit, suivant la même voie, presque toutes les contestations déférées au juge furent conciliées; les frais se réduisirent à 1400 fr. en 1865; et dans les dix premiers mois de 1866 il n'y en avait eu que pour 200 fr. C'est un véritable dégrèvement d'impôt. Mais s'il fait honneur au juge, il en fait aussi beaucoup au canton, dans lequel un homme éclairé peut aussi promptement réaliser une telle amelioration.

Votre Commission décerne à M. Charpillon une mention honorable.

Une mention honorable est également accordée à l'ouvrage de M. Rambosson sur *les Colonies françaises*. Comme le dit modestement l'auteur, ce volume de 650 pages très-serrées n'est qu'un résumé puisé en grande partie dans les *Notices* que publie le Ministère de la Marine. Mais il y avait quelque courage à faire toutes les recherches nécessaires pour offrir un tableau exact de nos Colonies, si peu connues, même du public instruit. Géographie, histoire succincte, administration, documents financiers, commerciaux surtout; culture et productions spéciales, mouvements et importance de la navigation, des pêches, etc., etc., M. Rambosson n'a négligé aucune des faces de son sujet. Certains renseignements laissent à désirer; mais c'est qu'ils sont partout très-défectueux, et que sur les lieux mêmes on aurait grande peine à en recueillir les éléments statistiques. Telles seraient les conditions de la vie parmi la population blanche, transportée dans des climats si différents de celui de la France; les mêmes lois dans les populations locales subsistantes aujourd'hui, et parmi les nègres acclimatés depuis longtemps, dans les Antilles par exemple. Autrefois il a pu exister des motifs de laisser dans l'ombre les mouvements de la vie coloniale. Il n'en subsiste plus aujourd'hui; mais les difficultés sont grandes. Il faudra surmonter bien plus d'obstacles qu'en France pour obtenir bien moins d'abord. Quand on songe que la durée de la vie humaine n'est connue avec quelque approximation en Europe que depuis un petit nombre d'années, on comprend bien que les statisticiens fassent encore longtemps défaut à toutes les races étrangères

ou coloniales. Nonobstant ces lacunes inévitables, il y a pour le lecteur un intérêt réel à parcourir le Manuel colonial de M. Rambosson. C'est, au reste, le premier de ce genre, et c'est surtout à ce titre qu'il méritait une mention.

En résumé, la Commission décerne :

1° Le prix de Statistique pour 1868 à M. **Bérigny**, pour ses *Observations météorologiques faites à Versailles, dans les vingt et une années de* 1847 *à* 1867, et dont les tableaux complets sont publiés dans l'*Annuaire Météorologique*.

2° Une mention très-honorable à M. le Dr **Ébrard**, pour la partie statistique de son *Essai historique et statistique sur les Établissements et Institutions de bienfaisance dans la ville de Bourg, de* 1560 *à* 1862. 1 vol. in-8°, 1866.

3° Une mention honorable à M. **Fayet**, pour son *Rapport de* 1867 *sur la situation comparée de l'instruction primaire dans le département de l'Indre*. Brochure in-8°.

4° Une mention honorable à M. **Charpillon**, pour la partie statistique de son ouvrage sur *Gisors et son canton* (*Eure*) : Statistique, Histoire. 1 vol. in-8°, 1867.

5° Une mention honorable à M. **Rambosson**, pour son recueil statistique intitulé : *Les Colonies françaises*. 1 vol. in-8°, 1868.

PRIX FONDÉ PAR Mme LA MARQUISE DE LAPLACE.

Une Ordonnance royale ayant autorisé l'Académie des Sciences à accepter la donation, qui lui a été faite par Madame la Marquise de Laplace, d'une rente pour la fondation à perpétuité d'un prix consistant dans la collection complète des ouvrages de Laplace, prix qui devra être décerné chaque année au premier élève sortant de l'École Polytechnique,

Le Président remet les cinq volumes de la *Mécanique céleste*, l'*Exposition du Système du Monde* et le *Traité des Probabilités* à M. Henri-Jean **Amiot**, sorti le premier en 1868 de l'École Polytechnique et entré à l'École impériale des Mines.

PRIX EXTRAORDINAIRE DE SIX MILLE FRANCS

SUR L'APPLICATION DE LA VAPEUR A LA MARINE MILITAIRE.

QUESTION PROPOSÉE POUR 1857, REMISE A 1859, PROROGÉE A 1862, PUIS A 1864, REMISE DE NOUVEAU A 1866 ET RENVOYÉE A 1868.

[*Voir* plus loin aux *Prix proposés*, p. 1408.]

(Commissaires : MM. Charles Dupin, Pâris, Combes, Regnault, Dupuy de Lôme rapporteur.)

La Commission a déclaré qu'il n'y avait pas lieu à décerner le prix. Elle proroge le concours à l'année 1870.

PRIX TRÉMONT.

Ce prix a été décerné en 1866 à **M. Gaudin** avec jouissance pendant trois années consécutives.

PRIX PONCELET.

(Commissaires : MM. Liouville, Serret, Chasles, Bertrand, Combes.)

M^{me} veuve Poncelet, désirant que la mémoire du Général fût toujours associée aux actes de l'Académie, a fondé un prix annuel en son nom.

Cette fondation a été autorisée par Décret du 22 août 1868; une libéralité spéciale de M^{me} veuve Poncelet a permis que le prix qu'elle instituait fût décerné dès l'année même de sa fondation.

La Commission propose de l'accorder à **M. Clebsch**, pour l'ensemble de ses travaux mathématiques et particulièrement pour ses recherches sur l'application du calcul intégral à l'étude des courbes et des surfaces algébriques.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

SCIENCES PHYSIQUES.

PRIX DE PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE,

FONDÉ PAR M. DE MONTYON.

(Commissaires : MM. Claude Bernard, Milne Edwards, Longet, Brongniart, Coste rapporteur.)

Rapport sur le Concours de l'année 1868.

En 1864, la Commission du prix de Physiologie expérimentale décerna ce prix à M. Balbiani pour un travail dans lequel l'Auteur a démontré que, chez plusieurs espèces appartenant à diverses classes de la série animale, l'œuf ovarien renferme, en outre de la vésicule de Purkinje, une seconde vésicule qui, d'après lui, concourrait à la formation de l'embryon.

En appelant l'attention sur ce fait important, M. Balbiani a agrandi le champ de l'observation, et c'est pour avoir ouvert cette voie, qu'il a obtenu une récompense.

Mais quelle est la fonction de chacune de ces deux vésicules, qui ne sont peut-être elles-mêmes que les deux segments d'une vésicule mère dédoublée à l'origine des choses?

M. Gerbe a établi par une série d'observations, dont le rapporteur de la Commission a vérifié l'exactitude, que, dans l'ovule primitif d'un animal parasite des crustacés marins, la Sacculine, les deux vésicules coexistent bien avant qu'aucun autre élément s'y soit développé : puis, en suivant les diverses phases évolutives de cet ovule jusqu'à maturation complète, il a vu l'une de ces vésicules s'entourer peu à peu des granules moléculaires destinés à former une cicatricule analogue à celle de l'œuf de la plupart des ovipares, tandis que l'autre vésicule s'entourait des matériaux destinés à nourrir l'embryon, c'est-à-dire des éléments analogues à ceux du jaune.

Cette découverte donne la preuve que la vésicule signalée par Purkinje chez les oiseaux, en 1825, est bien réellement, dans l'œuf des espèces qui ont une cicatricule, le centre de formation de cette cicatricule, c'est-à-dire du germe.

Ici la science remonte, par l'observation directe, jusqu'aux sources de la vie. Elle en caractérise les premiers actes, et à ce point de vue, le travail de **M. Gerbe** a une grande importance.

La Commission décerne à l'Auteur le prix de Physiologie expérimentale.

Parmi les pièces du concours, la Commission a remarqué un travail intitulé : *Recherches expérimentales sur les propriétés de la moelle des os;* par M. Goujon.

M. Goujon a extrait des fragments de moelle de l'un des fémurs d'un lapin et les a transplantés soit sous la peau, soit dans une incision saignante faite à un muscle du même animal.

Il a également pris plusieurs petits cylindres de moelle sur des cubitus et des radius de poulet et les a insérés dans les muscles pectoraux d'autres poulets.

Dans les deux cas, les fragments de moelle ainsi transplantés en des milieux riches en vaisseaux, se sont greffés avec les tissus environnants et ont donné naissance à des productions osseuses.

Par ces expériences, M. Goujon a démontré d'une manière incontestable que la moelle osseuse peut se greffer et possède, comme le périoste, la propriété de reproduire les os. Il confirme ainsi l'opinion, déjà accréditée, qu'elle joue un rôle actif dans la formation du cal.

La Commission propose à l'Académie d'accorder à l'Auteur de ces expériences, si bien conduites, un encouragement de *cinq cents francs.*

La Commission demande donc un supplément de 1236 francs pour élever le prix de Physiologie à *quinze cents francs* et pour accorder un encouragement de *cinq cents francs* à **M. Goujon.**

L'Académie adopte les propositions de la Commission.

PRIX DE MÉDECINE ET DE CHIRURGIE,

FONDÉ PAR M. DE MONTYON.

(Commissaires : MM. Andral, Cloquet, Cl. Bernard, Nélaton, Coste, Longet, Ch. Robin, Bouillaud, Stanislas Laugier rapporteur.)

Rapport sur le Concours de l'année 1868.

La Commission des prix de Médecine et de Chirurgie a l'honneur de proposer à l'Académie de décerner un prix et trois mentions honorables aux auteurs dont les noms suivent :

M. Villemin, un prix de *deux mille cinq cents francs*.

M. Feltz, M. Flint et **M. Raciborsky**, une mention honorable de *quinze cents francs* de récompense.

La Commission propose en outre d'accorder une citation, à titre d'encouragement, à divers auteurs de travaux estimables indiqués dans ce Rapport à la suite de ceux qui sont l'objet du prix et des mentions honorables.

M. Villemin. (*De la virulence et de la spécificité de la tuberculose.*) — Déjà l'année dernière, M. Villemin avait offert à l'Académie le résultat d'expériences, dont le but était d'établir que le tubercule de la phthisie pulmonaire est inoculable. Le fait annoncé fut jugé important, mais la Commission désira que de nouvelles expériences fussent faites pour en poser la réalité comme incontestable; aujourd'hui il paraît démontré que la tuberculose s'inocule.

Si l'on fait à l'oreille d'un lapin, à l'aisselle, à l'aine, aux lombes, sur une surface préalablement rasée, une plaie sous-cutanée si petite, si peu profonde qu'elle ne donne pas la moindre gouttelette de sang et qu'on y insinue, de manière qu'elle ne puisse s'en échapper, une parcelle grosse comme une tête d'épingle de matière tuberculeuse prise sur l'homme, sur la vache, ou un lapin déjà rendu tuberculeux; si d'autre part, avec une seringue de Pravaz, on instille sous la peau d'un animal quelques gouttes de crachats de phthisiques rendus plus liquides par leur mélange avec un peu d'eau, un tubercule local se produit en quelques jours sous forme d'une matière caséeuse; les ganglions lymphatiques en communication avec les plaies d'inoculation se parsèment de grains, de nodules tuberculeux.

Au bout de quinze, vingt, trente jours, les animaux inoculés maigrissent, s'affaiblissent progressivement, tombent dans le marasme et meurent dans un état de maigreur extrême.

La généralisation de la tuberculose chez certains animaux, à la suite de l'insertion sous la peau d'une parcelle de matière tuberculeuse, est un fait expérimental dont la constance est presque absolue.

On ne saurait l'expliquer, suivant M. Villemin, ni par le transport pur et simple de la matière déposée dans la plaie, ni par la communication de proche en proche d'une phlegmasie du lieu de la piqûre aux organes où viennent éclore de nouveaux tubercules, ni par une greffe, ni par le traumatisme; il faut donc conclure que le fait accompli est une véritable inoculation. Cette parcelle tuberculeuse, introduite expérimentalement dans un organisme, y produit la maladie qui l'a engendrée, une matière morbide

identique, inoculable à son tour sur un autre sujet vivant, et qui s'y reproduira.

A la suite de nouvelles expériences, M. Villemin est amené à conclure que la matière tuberculeuse, que la poudre de celle qui est expectorée par les phthisiques mêlée aux aliments, produit aussi l'inoculation du tubercule dans l'intestin et par suite une tuberculose générale.

Les résultats de ce mode d'inoculation ont été soumis comme les précédents à divers Membres de la Commission. En effet, pour les faits d'inoculation directe sous-cutanée la plupart des Membres de la Commission, MM. Andral, Bouillaud, Cloquet, Longet, Nélaton, Laugier, en ont été témoins depuis l'inoculation opérée sous leurs yeux jusqu'à l'autopsie cadavérique, qui a démontré la présence des tubercules dans les poumons, le péricarde, les reins, les organes abdominaux, les ganglions mésentériques même, qui n'étaient pas sur le trajet de la matière inoculée de la plaie d'inoculation aux viscères dégénérés.

Du fait de l'inoculation, il faut bien conclure à la virulence du tubercule. Or, si la tuberculose est inoculable et virulente, elle est par cela même contagieuse.

Inoculable de l'homme aux animaux, elle le serait sans doute de l'homme à l'homme. C'est à l'avenir de déterminer dans quelles conditions particulières la cohabitation peut rendre la maladie transmissible. Des expériences sur les animaux pourraient aider à la solution de cette question. Déjà M. Villemin s'est livré sur ce point important à quelques recherches dont il se propose de faire connaître les résultats à l'Académie.

Votre Commission à l'unanimité a pensé qu'elle devait proposer à l'Académie de décerner à **M. Villemin**, pour les expériences concluantes qu'il a faites sur l'inoculabilité de la tuberculose, un prix de *deux mille cinq cents francs.*

M. Feltz. (*Étude clinique et expérimentale des embolies capillaires*, 1868.) — La question des embolies vasculaires n'est pas nouvelle. On peut la faire remonter à Galien, à Bonnet, à Van Swieten, et à plusieurs auteurs modernes, dont les travaux ont eu surtout en vue : 1° les embolies de vaisseaux d'un volume notable; 2° les embolies capillaires.

Aujourd'hui M. Feltz présente un nouveau travail intitulé : *Étude clinique et expérimentale sur les embolies capillaires.*

Il les a produites et suivies dans le système pulmonaire, la circulation aortique et le domaine de la veine porte.

Observations cliniques, expériences nombreuses et variées, pièces anatomiques dessinées et coloriées avec soin pour aider l'intelligence des descriptions, il n'a rien épargné dans le but de mettre en lumière les faits déjà connus, d'en faire la démonstration expérimentale et de rendre compte, par cette étude, d'un grand nombre de lésions périphériques jusqu'ici inexpliquées dans leur mode de formation.

Dans une première série d'expériences, il produit la mort des lapins et cochons d'Inde, en injectant dans les veines jugulaires de la poudre de charbon ou de fibrine; tantôt la mort a été subite, immédiate; tantôt l'animal a vécu trois minutes, jamais plus de cinq minutes.

A l'autopsie, poumons fortement gorgés de sang. Au microscope on reconnaît la poudre de charbon dans les petits vaisseaux pulmonaires; en desséchant les poumons, on voit sur chaque coupe une multitude de points noirs, qui ne sont autres que les poussières qui ont pénétré jusque dans la profondeur du parenchyme.

Les opérés périssent par défaut d'hématose, ici ce n'est pas l'air qui manque, c'est le sang; on en empêche l'arrivée aux vésicules pulmonaires par l'oblitération des capillaires.

Appliquées par analogie à la pathologie, ces expériences démontrent, suivant l'auteur, que des caillots obturateurs du système capillaire produisent aussi bien l'asphyxie que de grosses embolies, qui bouchent ou les principales branches de l'artère pulmonaire, ou l'orifice artériel même du ventricule droit.

La mort se comprend mieux dans les cas d'embolies capillaires nombreuses que dans ceux d'oblitération d'une seule division importante de l'artère pulmonaire; souvent alors elle n'est le résultat que d'accidents consécutifs, œdème, inflammation, gangrène du poumon; mais d'autre part la mort par embolies capillaires doit être rare, à cause de la facilité du rétablissement de la circulation dans un organe riche en capillaires. Presque toujours, quand elle arrive, d'autres obstacles à l'hématose existaient antérieurement.

Ces diverses propositions sont appuyées dans le Mémoire de M. Feltz par des observations cliniques suffisamment bien interprétées. Dans ces cas divers, la mort est arrivée dans un accès de suffocation, et subitement alors; mais il avait été précédé d'accès plus ou moins nombreux. M. Feltz ne possède au contraire qu'un exemple de mort subite par embolies capillaires sans complication de lésions antérieures du côté du cœur ou des poumons. Il regarde comme signe presque certain d'embolies capillaires du

poumon la mort survenue dans un accès de suffocation déjà précédé d'autres accès de dypsnée plus ou moins forts.

Suivant lui aussi, les embolies capillaires du poumon jouent un grand rôle dans les processus morbides observés à la suite de brûlure ou de congélation.

Dans une seconde série d'expériences, M. Feltz, au lieu de la veine jugulaire, choisit des veines périphériques, afin de les rapprocher davantage de ce qui se passe ordinairement chez l'homme, où les embolies capillaires partent presque toujours de la périphérie. Il observe alors une mort rapide, mais non subite; il attribue ce résultat à la perte d'une plus ou moins grande partie des poussières injectées soit dans la veine même avant la première collatérale, soit dans les valvules. Pour éviter cette perte, il essaye de produire l'embolie capillaire des poumons par brûlure, et il conclut que la mort la plus fréquente a encore lieu par embolies pulmonaires, bien qu'elle puisse avoir lieu aussi par épuisement du système nerveux ou bien par le tétanos. Il confirme, par ces expériences, les opinions émises par Wilks sur le rôle des poumons à la suite des brûlures.

Mais comment les embolies, qui ne causent pas la mort immédiate, la produisent-elles consécutivement? Ici se présente la question d'anatomie pathologique; les embolies agissent alors en déterminant les *infarctus pulmonaires*. M. Feltz donne de ce produit une espèce de définition : « C'est un foyer parenchymeux *quasi* hémorrhagique, qui se forme par l'arrêt de la circulation sous l'influence de petits bouchons, dits embolies capillaires; d'autre part par la rupture d'artérioles ou de capillaires distendus à l'extrême par le sang en amont des corps étrangers introduits dans la circulation, c'est le premier terme des lésions pulmonaires, le dernier est l'abcès. »

Suivant M. Feltz, l'infarctus est toujours hémorrhagique; la preuve qu'il en donne est la présence constante dans les infarctus récents de globules du sang frais et des poussières jetées dans la circulation. Un second phénomène est l'hypérémie des parties environnantes. Au début de l'infarctus il s'est formé une induration résultant d'un petit foyer hémorrhagique; de là, coagulation du sang dans certains vaisseaux soustraits à l'action du cœur, hypérémie de vaisseaux voisins, non oblitérés; il s'y joint enfin une certaine quantité de sérum venant de l'exsudation qu'entraîne l'augmentation de pression dans les rameaux capillaires hypérémiés.

Les suites de ces infarctus seront variables : la circulation pourra se rétablir. M. Feltz entre dans le détail des transformations que subissent alors

la fibrine, les globules sanguins, les vésicules pulmonaires elles-mêmes et leurs épithéliums; nous ne pouvons le suivre dans cet exposé. Si la résorption se fait, il ne restera du foyer qu'une cicatrice, et au microscope, qu'un petit noyau de tissu conjonctif néoplasique, mais le foyer qui ressemblait d'abord à un abcès, pourra donner lieu à une irritation du tissu qui le renferme; celui-ci, en s'enflammant, suppurera et mêlera du pus franc au liquide du foyer primitif, et si l''inflammation ne s'arrête pas, l'infarctus disparaîtra au centre d'une pneumonie plus ou moins étendue, ou de cavernes pleines de pus. La gangrène peut s'emparer du tissu pulmonaire dont les vaisseaux sont obturés, mais c'est surtout dans les cas d'embolies aortiques.

La marche anatomo-pathologique des infarctus pulmonaires une fois connue, M. Feltz s'est proposé de distinguer l'infarctus d'autres nodosités que le poumon peut contenir. Ce diagnostic n'est difficile que lorsque l'infarctus est devenu gris, jaune, blanc, fluctuant ou mollasse; les nodosités qu'on pourrait confondre avec lui sont des kystes renfermant un helminthe nématoïde, le tubercule gris ou jaune, des abcès très-petits et disséminés, des boutons de la cirrose; enfin, dans certaines formes de phthisie épithéliale, l'hyperplasie des cellules pavimenteuses des vésicules pulmonaires, etc. Il serait tout à fait impossible d'exposer ici les caractères distinctifs qui, suivant M. Feltz, établissent entre ces produits une différence sensible et que fournit le microscope. Nous ne ferons qu'indiquer les sources diverses que M. Feltz assigne aux embolies : les unes étrangères au système circulatoire, les autres nées dans une partie de ce système. *Substances étrangères :* l'air, la graisse liquide ou en globules, les débris albumino-fibrineux, des produits de néoplasmes; *substances propres au système :* phlébite du cœur droit ou de l'artère pulmonaire, caillots veineux ou cardiaques, néoplasmes divers qui perforent les veines et deviennent la source d'embolies capillaires.

Système aortique. — M. Feltz suit le même mode de recherches dans le système aortique. Les expériences qu'il a faites pour le système veineux, il les répète dans le système artériel; les injections de poussière sont faites dans le cœur par la carotide; il produit ainsi des morts subites plus rapides encore; quelques secondes suffisent à la produire, qu'il injecte de la poussière de fibrine ou du pus. Elle est le résultat de l'anémie cérébrale. Si l'injection est faite au contraire dans le bout périphérique, la mort arrive beaucoup plus lentement, et souvent même on ne sait si on doit l'attribuer à l'oblitération seule des artérioles, car la force qu'on est

obligé d'employer pour l'injection dans une artère où il n'y a plus de circulation déchire presque toujours la substance cérébrale; la distribution des poussières se fait plus lentement, et les accidents cérébraux durent plus longtemps.

Dans ces expériences, la mort survient de la même façon, quelles que soient les poussières employées. M. Feltz pense que dans toutes les morts subites où l'on ne trouve pas la lésion matérielle à l'œil nu, il faut chercher les embolies capillaires ou autres.

Les accidents cérébraux du rhumatisme articulaire doivent avoir souvent pour cause des embolies capillaires, suivant M. Feltz; mais il n'en donne aucune observation. Dans une autre série d'expériences faites avec la poussière de tabac, le pus étendu d'eau, la fibrine, l'expérimentateur obtient des ramollissements cérébraux; le ramollissement est rouge et paraît une fragmentation de la substance cérébrale. Dans les cas d'oblitération d'un tronc considérable, le ramollissement est plutôt blanc que rouge, il se fait alors principalement par défaut de nutrition.

M. Feltz produit aussi des ramollissements cérébraux par thrombose des sinus de la dure-mère et des veines cérébrales; ils se distinguent par une liquéfaction extraordinaire.

Dans une série d'expériences destinées à produire des infarctus multiples, M. Feltz injecte des matières étrangères, poudres diverses, pus étendu d'eau dans le bout périphérique des artères; il arrive en effet à développer des phénomènes multiples qu'il compare aux effets du rhumatisme suppuré et auxquels il rattache toute l'histoire de l'infection purulente.

Ainsi, en résumé, dans les embolies capillaires du système aortique, un certain nombre de morts subites s'expliquent par l'anémie cérébrale et tiennent à des embolies capillaires dans les artères cérébrales, qu'elles bouchent dans leurs radicules terminales.

Elles rendent compte aussi de la mort immédiate dans les cas où la circulation cérébrale se trouve entravée par des bouchons fermant incomplétement des troncs plus gros, ou par toute autre cause.

Elles déterminent souvent des ramollissements dont la caractéristique est la fragmentation brusque de la substance nerveuse par des raptus capillaires multiples. Il en est sous ce rapport de la moelle épinière comme du cerveau.

Parties du cœur, les embolies capillaires peuvent prendre toutes les directions, arriver dans tous les tissus, les viscères, les membranes. Dans

les membranes, elles déterminent des ecchymoses, dans les viscères l'infarctus hémorrhagique et souvent à la suite l'abcès graisseux.

Dans ces embolies du système aortique, les accidents cérébraux sont les plus fréquents, les accidents pulmonaires sont les plus rares.

Embolies du système de la veine porte. — Le foie est, comme le poumon, un centre de circulation veineuse : il doit arrêter tout ce qui dépasse le diamètre de ses capillaires. En tant que centre circulatoire il représente la rate et tout le tube digestif. Si on y trouve des lésions emboliques, c'est du côté de ces organes qu'il faut en chercher le point de départ, mais il dépend aussi du système aortique, et s'il n'y a pas de causes d'embolie dans le système de la veine porte, il faut alors rechercher les troubles dans les organes qui ne relèvent pas de cette veine.

Les expériences doivent, pour arriver à coup sûr dans la circulation du foie, s'adresser aux veines mésentériques ou les veines de la rate. L'injection des poussières remplit facilement les capillaires du système de la veine porte dans le foie, produit l'anémie de l'organe et jamais l'ictère. Les maladies de l'intestin donnent souvent lieu à des abcès du foie qui dérivent des embolies dues à des débris organiques ou à des trombus capillaires fragmentés. L'évolution des embolies dans le foie est la même que dans les autres organes, mais d'ordinaire le processus est plus lent.

Terminons ce compte rendu des expériences de M. Feltz en disant que jamais il n'est parvenu à faire traverser le système capillaire aux poussières ou liquides injectés.

Telles sont les diverses sources des embolies capillaires suivant M. Feltz; il a de plus donné la preuve d'un mode de généralisation des néoplasmes à peine soupçonné, dit-il, jusqu'ici. Des faits qu'il a cités on tire de curieux renseignements sur l'évolution ultérieure des embolies de néoplasmes cartilagineux et fibro-plastiques : ils démontrent jusqu'à l'évidence que des parcelles très-minimes de ces tumeurs peuvent se développer et y prendre des proportions considérables en faisant disparaître par refoulement la paroi du vaisseau et le tissu pulmonaire voisin.

Il n'a jamais pu toutefois obtenir de résultats semblables chez les animaux avec des substances prises sur les cadavres : il croit que la condition essentielle de reproduction et de généralisation par embolie du néoplasme se trouve dans la vie des éléments qu'on transplante. Il n'a jamais pu reproduire par injection du tubercule ou du cancer sans nier que sur le même individu la matière tuberculeuse ou cancéreuse ne puisse être trans-

portée par les voies lymphatiques ou circulatoires, et devenir ainsi cause de généralisation de la maladie.

Votre Commission a cru devoir récompenser de laborieuses expériences, très-consciencieuses, multipliées, et qui ont conduit l'auteur à des descriptions anatomiques minutieusement suivies et appuyées par des planches exécutées avec soin, et qui en facilitent l'intelligence. Elle désire encourager aussi la direction de ce genre d'études, car c'est dans des recherches semblables d'anatomie pathologique, aidées du microscope, que réside la solution d'une foule de problèmes pathologiques encore inexpliqués.

En conséquence, elle propose à l'Académie d'accorder à **M. Feltz** une mention honorable.

M. Austin Flint, dans son livre intitulé : *Recherches expérimentales sur une nouvelle fonction du foie, etc.*, a fait sur la cholestérine et son rôle dans l'économie un travail qui contient des recherches et des résultats tout à fait nouveaux. Pour en bien juger l'importance, il faut reconnaître qu'avant cette étude de M. Flint la destination de la cholestérine était, de l'aveu des physiologistes les plus éminents, complétement inconnue. On se bornait, jusqu'ici, à se demander si elle n'était pas un de ces produits destinés à être expulsés de l'économie, et par conséquent dépourvus d'action immédiate sur l'économie elle-même; cette question restait sans réponse. La présence de la cholestérine dans le sang a été reconnue depuis plus de trente ans par Denis; on a aussi constaté son existence dans le foie, dans la bile, le cristallin, le méconium; on avait cru l'avoir trouvée dans les matières fécales; d'après M. Flint, ce n'est pas dans les fèces normales, mais seulement dans les fèces des animaux pendant l'hibernation. Si parfois on en rencontre une petite quantité chez un animal soumis aux expériences, il faut au moins qu'il n'ait pas pris d'aliments depuis vingt-quatre ou même quarante-huit heures.

M. Flint résume le rôle de la cholestérine dans les termes suivants : « La cholestérine est un produit excrémentiel, formé en grande partie par la désassimilation du cerveau et des nerfs, séparé du sang par le foie, déversé à la partie supérieure de l'intestin grêle avec la bile, transformé, pendant son trajet dans le canal alimentaire en stercorine ou séroline de Boudet, substance qui diffère très-peu de la cholestérine et est évacuée comme telle par le rectum. »

C'est à la méthode expérimentale que M. Flint a demandé la solution de chacune des propositions énoncées dans ce résumé.

On savait que la cholestérine était une partie constituante du tissu nerveux; elle avait été extraite du cerveau par Couerbe. Mais lui était-elle portée par le sang et seulement alors déposée dans cet organe? était-elle au contraire formée dans le cerveau et entraînée par le sang pour arriver au foie? M. Flint a résolu la question par l'expérience suivante : L'analyse du sang a été faite au point de vue de la cholestérine; ce sang fut tiré de la carotide, de la jugulaire interne, de la veine cave, des veines hépatiques, de l'artère hépatique, de la veine porte. On y ajouta l'analyse d'une portion de substance cérébrale.

Le résultat de l'expérience fut : 1° ce qu'on savait déjà, que le cerveau renferme une grande quantité de cholestérine; 2° que le sang qui se rend au cerveau, celui de la carotide, n'en contient pas ou n'en contient qu'une très-faible quantité; 3° que le sang qui vient des extrémités en renferme plus que le sang artériel. Ces recherches, faites sur des chiens, et sans emploi des anesthésiques, afin de ne pas troubler, même temporairement, la nutrition du cerveau, ont permis de conclure que la cholestérine est produite dans le cerveau, et de là absorbée par le sang. Mais le cerveau n'en est pas la seule source; le sang veineux venant des extrémités inférieures en contient plus que le sang artériel; elle se forme donc dans les tissus qui composent les membres. Or l'analyse chimique prouve que les muscles ne contiennent pas de cholestérine; elle en trouve au contraire beaucoup dans les nerfs. Il était donc presque certain que dans le système veineux général c'est au tissu des nerfs qu'est due la cholestérine. M. Flint a prouvé en effet par l'expérience que la production de cette substance est en raison directe de l'activité de la nutrition des nerfs. Aussi admet-il que la cholestérine est produite dans la substance du système nerveux. — Maintenant, y a-t-il un organe qui sépare la cholestérine du sang? Le foie étant la seule glande dont le produit contienne de la cholestérine, il y a lieu de penser qu'il est cet organe; c'est encore l'expérience qui a servi à résoudre la question. Le sang de la veine porte contenait, à l'examen microscopique, de nombreux cristaux de cholestérine; le sang de l'artère hépatique en contenait aussi une quantité notable; celui d'une veine hépatique, au contraire, renfermait beaucoup de matières grasses, et ce n'est qu'après une évaporation prolongée que quelques cristaux de cholestérine furent apparents.

Tous les examens de la bile offrirent de la cholestérine, et en réalité, le précipité obtenu était formé de cette substance à l'état presque pur.

Ainsi, de ces expériences, que nous ne pouvons qu'indiquer ici, il résulterait que la cholestérine est formée dans le tissu nerveux et ne s'accumule pas dans le sang, parce qu'elle est arrêtée par le foie. M. Flint a poussé plus loin ses recherches; il ne s'est pas contenté d'une évaluation approximative de la quantité de cholestérine séparée du sang par le foie, il a voulu cette quantité aussi exactement que la quantité de cette substance acquise par le sang en passant dans le cerveau. Par une coïncidence remarquable, l'augmentation de cholestérine dans le sang artériel, dans son passage à travers le cerveau, a été de 23,307 pour 100, et la perte éprouvée en passant dans le foie, de 23,309 pour 100. Naturellement le foie doit éliminer une quantité de cholestérine égale à celle qui est produite par le système nerveux, puisque cet organe est seul chargé de l'élimination de ce fluide. Il n'en est pas moins très-frappant que l'expérience puisse arriver à une coïncidence presque parfaite entre ces deux quantités.

Après son arrivée dans le foie, c'est dans la bile qu'il faut chercher la cholestérine. Ce liquide contient en effet le glycocholate et le taurocholate de soude qui n'existent pas dans le sang, sont fabriqués par le foie, et comme véritables produits de sécrétion, sont destinés à la nutrition; il contient de plus la cholestérine séparée du sang par le foie, mais non formée par lui et qui n'a d'autre destination que d'être éliminée de l'économie; c'est un produit d'excrétion déversée dans l'intestin grêle avec la bile; si elle est évacuée, ce sera par le rectum; il faut donc la chercher dans les fèces. Mais il est démontré par les recherches de M. Flint qu'on ne l'y trouve pas et qu'à sa place on voit en grande abondance la séroline ou stercorine, dont quelques traces existent bien dans le sang, mais dont la quantité dans les fèces est précisément identique à celle de la cholestérine qui a été déversée dans l'intestin grêle à sa sortie du foie.

M. Flint arrive donc à cette conclusion :

1° La cholestérine est une matière excrémentitielle produite par la désassimilation de la substance nerveuse et absorbée par le sang;

2° Elle est séparée du sang lors de son passage dans le foie, entre dans la composition de la bile, à laquelle elle donne son caractère excrémentitiel;

3° Elle est déversée avec la bile à la partie supérieure de l'intestin grêle, où l'acte de la digestion opère son changement en stercorine, forme sous laquelle elle est évacuée dans les fèces.

Toute addition à nos connaissances sur les fonctions du corps à l'état sain a une liaison plus ou moins directe avec la maladie. La cholestérine,

mieux connue dans ses conditions physiologiques, a-t-elle des relations pathologiques? Il ne serait pas permis d'en douter, d'après les recherches de M. Flint : la rétention de la cholestérine dans le sang constitue, suivant lui, un état très-grave, qu'il désigne sous le nom de *cholestérémie*. La cholestérine est alors un poison dans le sang, dont les effets sur le cerveau amènent le coma et la mort comme la rétention de l'urée. Cet empoisonnement est complétement distinct des cas simples de jaunisse, où la bile, dont la matière colorante est résorbée, provient des canaux excréteurs et de la vésicule du fiel. Pour établir que dans les cas graves de jaunisse, qui ont presque toujours une terminaison fatale, la mort était due à la rétention de la cholestérine dans le sang, M. Flint n'a pas pu, plus que d'autres physiologistes, pratiquer l'extirpation du foie sur de grands animaux, et les essais qu'il a faits sur les grenouilles auraient dû, dit-il, se prolonger tellement qu'il fut forcé de les remettre à un autre temps. Il n'a point fait non plus d'injection de cholestérine dans le sang à cause de l'insolubilité de cette substance, mais il s'est servi exclusivement de cas pathologiques dans lesquels l'excrétion de la cholestérine par le foie est arrêtée; ce sont des cas de cirrhose. Certaines maladies du foie offrent, en effet, des conditions que l'expérience directe est dans l'impossibilité de produire. Mais pour tirer des conséquences rigoureuses relatives à l'excès de la cholestérine dans le sang pendant la maladie, il fallait que la proportion de cette substance fût bien au-dessus du maximum que l'on trouve dans l'état de santé. Dans cet état, la quantité de cholestérine n'est pas toujours la même, on ne connaît pas même les conditions qui président à ses variations. Toutefois M. Flint, après trois analyses, a établi un minimum de 0,445 pour 1000 parties, et un maximum de 0,751, et les analyses du sang, qu'il a faites dans deux cas de jaunisse simple et de jaunisse avec cirrhose, lui ont donné pour le premier 0,508 sur 1000 et pour le second 1,850. La quantité de cholestérine, dans ce dernier cas, était donc énormément accrue. Cela conduit l'auteur à distinguer, au point de vue de la cholestérine, l'ictère simple des ictères graves et de la cholestérémie avec ou sans ictère. Dans l'ictère simple, la quantité de cholestérine du sang n'est pas nécessairement augmentée, le foie continue à l'éliminer, et une fois séparée du sang, elle n'y rentre plus. Dans les ictères graves, les accidents peuvent tenir seulement à la rétention de la bile, à un obstacle à l'écoulement de ce liquide; tandis que dans la cholestérémie, c'est l'action du foie qui est supprimée, et la cholestérine reste dans le sang en produisant un empoisonnement caractérisé par la stupeur, le coma et bientôt la

mort. Cependant la cholestérémie ne survient pas dans tous les cas de maladie affectant la structure du foie. Il faut pour la produire que l'altération soit assez étendue pour empêcher une élimination suffisante de cholestérine. Sans cela, la partie de l'organe restée saine peut suffire à son élimination complète.

L'examen des fèces a prouvé aussi à M. Flint que si la cholestérine n'est pas versée dans l'intestin grêle, il en résultait une diminution correspondante de la séroline ou stercorine dans ces matières, ce qui complète sa démonstration de la transformation de la première en la seconde de ces substances.

Les résultats obtenus par **M. Flint**, aussi intéressants pour la pathologie que pour la physiologie, ont dû frapper l'attention de la Commission, et tout en faisant des réserves commandées par la délicatesse de ses expériences et leur degré de précision même, elle a cru devoir proposer à l'Académie d'accorder à cet ingénieux observateur une mention honorable.

M. Raciborsky. (*Traité de la menstruation.*) — L'ouvrage que cet auteur a présenté à l'Académie des Sciences est un Traité complet de la menstruation; c'est cette fonction, étudiée dans ses rapports avec l'ovulation, la puberté, l'âge critique, enfin avec les maladies, qui précèdent et suivent la puberté.

Expliquée longtemps par la pléthore, la fonction de la menstruation est aujourd'hui rattachée définitivement à l'ovulation; on savait que le développement des follicules de de Graaf et des ovules est progressif; qu'à partir de la puberté, ces organes deviennent successivement aptes à l'acte de la reproduction; quant à l'époque où ils sont appelés à jouer leur rôle, c'est le moment du rut chez les animaux, et les jours qui précèdent immédiatement l'éruption des menstrues dans l'espèce humaine.

Érigée en loi générale de la reproduction dans tout le règne animal par M. Pouchet, prise sur le fait par Bischoff dans ses expériences sur les mammifères domestiques, la déhiscence spontanée des vésicules de de Graaf est un fait complétement acquis à la science. M. Pouchet l'a considérée comme la condition indispensable de la fécondation; suivant lui, l'ovule doit d'abord arriver dans la matrice pour y recevoir ou y attendre quelques jours l'influence qui donne lieu à la conception. Cependant notre savant confrère, M. Coste, a démontré que, chez les oiseaux et les mammifères, l'ovule, après avoir quitté l'ovaire, loin d'acquérir plus d'aptitude à la fécondation, se dégradait et perdait cette aptitude.

M. Raciborsky, lui, a acquis la certitude que la fécondation peut avoir lieu avant la déhiscence, ce qui serait plus conforme aux expériences de M. Coste, et il a cherché en conséquence un rôle à la ponte spontanée différent de celui que lui avait assigné M. Pouchet. Il la croit destinée à l'élimination des ovules vieux qui n'ont pas été fécondés. Il tire cette conclusion non-seulement des recherches déjà indiquées et relatives à l'époque de la conception, d'après les renseignements précis fournis par la femme qui a conçu, mais surtout de la différence des caractères anatomiques présentés par les ovaires, soit après la fécondation, soit après la déhiscence spontanée: dans ce dernier cas, une hémorrhagie intra-vésiculaire, suivant lui constante; dans le premier cas, au contraire, la présence exceptionnelle d'un peu de sang dans la vésicule rompue.

Il présente aussi comme nouvelle l'application qu'il a faite, dans son *Traité de la menstruation*, des données physiologiques de l'ovulation à l'étude des troubles menstruels et au rôle de la menstruation dans la pathologie et la thérapeutique. Il a cherché, dans son ouvrage, à séparer toujours la part de l'hémorrhagie de celle qui revient à l'ovulation ellemême.

L'étude de la menstruation dans les maladies a permis à M. Raciborsky de s'assurer que l'ovulation n'est pas incompatible avec les divers états morbides; qu'elle exige toutefois, dans l'organisme, une force au-dessous de laquelle son développement n'est pas possible; qu'elle s'arrête ordinairement dans les cachexies; qu'il en est de même dans les affections aiguës graves quand elles frappent au début d'une évolution périodique des vésicules. On ne trouve plus, après la mort, si la maladie a duré assez longtemps, que des vestiges d'évolutions vésiculaires anciennes, mais pas de traces de déhiscences spontanées récentes, point de vésicules en voie de développement. Si, au contraire, à l'invasion de la maladie, l'ovulation était préparée, l'acte physiologique a lieu, il est même hâté; et quand les malades succombent promptement, on trouve les caractères de déhiscence spontanée récente.

M. Raciborsky voit, dans ces modifications apportées par l'état morbide à la marche de la ponte spontanée, la confirmation du rôle qu'il lui a assigné.

Des recherches statistiques auxquelles s'est livré l'auteur, il résulte ce fait intéressant, que le degré de précocité de l'ovulation se transmet par voie d'hérédité et pourrait servir de caractère de race. Ainsi, les Juives qui habitent depuis des siècles la Pologne sans s'allier aux autres races arrivent, en

moyenne, à la puberté un an et demi plus tôt que les jeunes filles de la même contrée, mais de race slave.

Enfin, dans cet Ouvrage, les rapports de la lactation avec la menstruation, de l'ovulation avec les différents états morbides, sont traités pour la première fois d'une manière dogmatique; il en résulte un ensemble de documents aussi curieux qu'utiles.

Votre Commission a jugé à propos de récompenser **M. Raciborsky** par une mention honorable qu'elle propose à l'Académie de lui accorder.

De nombreux travaux ont paru à votre Commission mériter, sinon une distinction plus élevée, au moins une citation honorable. Parmi les auteurs de ces travaux, l'un deux, M. Larcher fils, avait adressé à l'Académie une étude intéressante sur la pathologie de la protubérance annulaire; mais nous l'avons considéré comme ne pouvant pas concourir aux prix de l'Académie des Sciences, par ce fait seul que le même travail a été l'objet d'un prix décerné par l'Académie impériale de Médecine.

Les auteurs dont les noms suivent sont désignés par la Commission comme dignes d'une citation.

M. Larcher père, pour son ouvrage intitulé : *Études physiologiques et médicales sur quelques lois de l'organisme;*

M. Goubaux, pour un Mémoire manuscrit, *sur le trou de Botal chez les animaux domestiques;*

M. Jaccoud, pour un livre intitulé : *Leçons de clinique médicale*, in-8°, 865 pages; 1867;

M. Grandry, pour son Mémoire *sur la structure de la capsule surrénale de l'homme et de quelques animaux.*

M. Susini, pour son travail *sur l'imperméabilité de l'épithélium vésical.*

M. Cabadé, pour son Mémoire intitulé : *Essai sur la physiologie des épithéliums.*

M. Hayem, pour son Mémoire *sur les diverses formes d'encéphalite.*

Sont renvoyés, pour être soumis à l'examen de la Commission du concours des prix de 1869, les travaux de MM. :

Stilling, *sur l'ovariotomie;*

Onimus et **Legros**, *sur l'influence de la contractilité artérielle sur la circulation;*

Saint-Cyr, *sur la teigne faveuse chez les animaux domestiques;*

Et, de plus, ceux de **M. Collin**, de **M. Grehant**, auxquels elle accorde *mille francs* pour continuer leurs expériences, le premier *sur les trichines et les trichinoses*, le second *sur la respiration de l'homme;* enfin, à **M. Labordette**, *cinq cents francs* pour multiplier ses observations *sur l'emploi du spéculum laryngien dans le traitement de l'asphyxie par submersion.*

L'Académie adopte les conclusions du Rapport.

PRIX DIT DES ARTS INSALUBRES,

FONDÉ PAR M. DE MONTYON.

(Commissaires : MM. Boussingault, Chevreul, Payen, Dumas, Combes rapporteur.)

Rapport sur le Concours de l'année 1868.

Le moyen de prévenir les collisions de trains de chemins de fer, aux bifurcations et à la naissance des embranchements, imaginé par M. Vignier, a fixé l'attention de la Commission.

Le système de M. Vignier consiste à rattacher aux leviers de manœuvre des aiguilles et aux leviers de manœuvre des signaux de protection établis à distance, des tiges qui, pénétrant les unes dans les autres, à la manière de verrous dans leurs gâches, s'enclanchent mutuellement de telle façon qu'il soit impossible d'effacer certains de ces signaux, avant d'avoir fait apparaître ceux qui doivent protéger le train auquel l'effacement des premiers ouvre la voie, ou réciproquement. Il a été appliqué, pour la première fois, il y a une douzaine d'années, sur les lignes des chemins de fer de l'Ouest, en des points où la multiplicité des bifurcations ou embranchements et l'activité de la circulation aggravaient dans une proportion redoutable les chances de collisions.

L'expérience en a si bien démontré l'efficacité, qu'il est aujourd'hui devenu général en France et à l'étranger. On en voyait de beaux modèles à l'Exposition universelle de 1867, dans les sections française et anglaise. Le Jury a décerné à l'Auteur un des grands prix, c'est-à-dire la plus haute récompense dont il pouvait disposer.

M. Vignier n'a point pris de brevet pour son invention, qu'il a généreusement laissée dans le domaine public.

Votre Commission décerne à **M. Vignier** un prix qu'elle propose à l'Académie de porter à *deux mille cinq cents francs*.

L'Académie adopte les conclusions du Rapport.

PRIX BRÉANT.

(Commissaires : MM. Andral, Jules Cloquet, Cl. Bernard, Nélaton, Stan. Laugier, Bouillaud rapporteur.)

Rapport sur le Concours de l'année 1868.

Le nombre des travaux adressés à la Commission est de trente. Cette Commission, à son vif regret, n'en a trouvé aucun qui fût digne, soit du prix de *cent mille francs*, soit de celui de *cinq mille francs*, intérêt annuel de ce capital. Toutefois, elle en a distingué trois, qui lui ont paru mériter des encouragements, et dont les Auteurs sont MM. les docteurs Lorain, Brébant et Nicaise. Nous proposons à l'Académie d'accorder à ces Auteurs les trois récompenses suivantes : à **M. Lorain** *deux mille cinq cents francs*, à **M. Brébant** *mille cinq cents francs*, à **M. Nicaise** *mille francs*.

I.

Avant de présenter à l'Académie une rapide analyse des Ouvrages qui ont mérité ces récompenses, il nous a paru convenable de lui soumettre quelques réflexions sur le prix *Bréant* considéré en lui même. Commençons par rappeler le texte du testament relatif à ce legs. Le voici :

« J'institue et donne après ma mort, pour être décerné par l'Institut de France, un prix de *cent mille francs*, à celui qui aura trouvé le moyen de guérir du choléra asiatique, ou qui aura découvert les causes de ce terrible fléau.

» Dans l'état actuel de la science, je pense qu'il y a encore beaucoup de choses à trouver dans la composition de l'air et dans les fluides qu'il contient : en effet, rien n'a encore été découvert au sujet de l'action qu'exercent les fluides électriques, magnétiques ou autres; rien n'a été découvert également sur les animalcules qui sont répandus en nombre infini dans l'atmosphère et qui sont peut-être la cause ou une des causes de cette cruelle maladie.

» Je n'ai pas connaissance d'appareils aptes, ainsi que cela a lieu pour les liquides, à reconnaître l'existence dans l'air d'animalcules aussi petits que ceux que l'on aperçoit dans l'eau en se servant des instruments microscopiques que la science met à la disposition de ceux qui se livrent à cette étude.

» Comme il est probable que le prix de *cent mille francs*, institué comme je l'ai expliqué plus haut, ne sera pas décerné de suite, je veux jusques à

ce que ce prix soit gagné, que l'intérêt dudit capital soit donné par l'Institut à la personne qui aura fait avancer la science sur la question du choléra *ou de toute autre maladie épidémique*, soit en donnant de meilleures analyses de l'air en y démontrant un élément morbide, soit en trouvant un procédé propre à connaître et à étudier les animalcules qui, jusqu'à ce moment, ont échappé à l'œil du savant et qui pourraient bien être la cause ou une des causes de ces *maladies*.

» Si l'Institut trouvait qu'aucun des concurrents ne méritât le prix annuel formé des intérêts du capital, ce prix pourra être gagné par celui qui indiquera le moyen de guérir radicalement les dartres ou ce qui les occasionne, en faisant connaître l'animalcule qui, dans ma pensée, donne naissance à cette maladie, ou en démontrant d'une manière positive la cause qui la produit.

» L'Institut sera juge souverain des conditions accessoires et d'aptitude à imposer aux concurrents et *des sujets à proposer en concours*, mais seulement dans les limites que je viens de poser : *Je lui confie ma pensée, convaincu que les lumières de ses Membres assureront la pleine exécution de mon intention.* »

L'Académie, se conformant à l'esprit et à la lettre de ce dernier article, chargeait en 1854 la Section de Médecine et de Chirurgie *de rédiger un programme destiné aux personnes qui aspireront à remporter le prix de cent mille francs fondé par M. Bréant....*

Au nom de cette Section, le Président actuel de l'Académie, M. Cl. Bernard (1), dans un remarquable Rapport, lu en comité secret, le 13 novembre 1854, formulait de la manière suivante le programme demandé :

« 1° Pour remporter le prix de *cent mille francs*, il faudra :

» Trouver une médication qui guérisse le choléra asiatique dans l'immense majorité des cas ;

» Ou,

» Indiquer d'une manière incontestable les causes du choléra asiatique, de façon qu'en amenant la suppression de ces causes on fasse cesser l'épidémie ;

» Ou enfin,

» Découvrir une prophylaxie certaine et aussi évidente que l'est, par exemple, celle de la vaccine pour la variole.

» 2° Pour obtenir le prix annuel de *cinq mille francs*, il faudra, par des pro-

---

(1) Les autres Membres de la Section étaient MM. Magendie, Serres, Andral et Velpeau.

cédés rigoureux, avoir démontré dans l'atmosphère l'existence de matières pouvant jouer un rôle dans la production ou la propagation *des maladies épidémiques.*

» Dans le cas où les conditions précédentes n'auraient pas été remplies, le prix annuel de *cinq mille francs* pourra, aux termes du testament, être accordé à celui qui aura trouvé le moyen de guérir radicalement les dartres ou qui aura éclairé leur étiologie. »

Le savant rapporteur, de 1854, déclarait que la première obligation de la Section, dans la rédaction de son programme, était de se renfermer strictement dans les volontés du fondateur.

Les conditions de ce programme, telles qu'elles viennent d'être exposées, montrent clairement que ces volontés avaient été respectées.

Quant à présent, ajoutait M. Cl. Bernard, la Section de Médecine et de Chirurgie doit déclarer qu'aucune des conditions précédentes n'a été remplie dans les très-nombreuses communications qu'elle a reçues sur le choléra asiatique.

Quinze années déjà se sont écoulées depuis cette déclaration, et dans le cours de ces quinze années, sans en excepter malheureusement la dernière, aucun des nouveaux ouvrages adressés en si grand nombre à la Section n'a satisfait aux conditions du programme. Tant est laborieux l'enfantement de toute découverte en général, et en particulier de celles qui sont le sujet du prix *Bréant!*

Les difficultés inhérentes à ce sujet n'avaient point échappé au fondateur du prix, et elles avaient été signalées très-explicitement, et de main de maître, dans le Rapport de 1854 : « Ces difficultés », disait le savant rapporteur, « déjà énormes pour le physicien et le chimiste, chargés d'isoler les principes morbifiques dans l'air (1), deviendront peut-être encore plus grandes pour le physiologiste et le médecin, qui doivent en constater les effets délétères sur l'homme et sur les animaux. »

Avouons cependant que, depuis l'époque du Rapport, la physique, la chimie, la physiologie, la pathologie humaine et la pathologie vétérinaire, ont fait de précieuses conquêtes, dont plusieurs ont précisément trait à des matières de l'ordre de celles qui sont le sujet principal du prix Bréant : n'est-ce pas une sorte de fatalité, qu'elles n'aient pas porté sur ce sujet lui-même ?

En définitive les expériences, les recherches d'autre genre, que réclame

(1) Ce n'est pas dans l'air seulement qu'il faudra rechercher ces principes.

la découverte proposée par le programme cité plus haut ne dépasse pas, ce semble, la portée de l'esprit humain. Mais peut-être dépassent-elles les efforts d'un investigateur livré à ses seules ressources personnelles, quelque grandes qu'elles puissent être.

Le célèbre auteur du *Discours de la Méthode* reconnaissait que, pour son propre compte, il s'était trouvé dans un cas de ce genre, à l'occasion d'un ouvrage dont il avait conçu le projet. Il disait en effet : « Je vois que les *expériences* nécessaires à son exécution sont telles, et en si grand nombre, que ni mes mains ni mon revenu, bien que j'en eusse mille fois plus que je n'en ai, ne sauraient suffire à les faire toutes. »

Nous permettra-t-on d'ajouter que Descartes compare les hommes capables de trouver les plus grandes choses et les plus utiles au public, à ceux qui livrent des batailles pour conquérir des villes et des provinces? « C'est véritablement, dit-il, donner des batailles que de tâcher à vaincre toutes les difficultés et les erreurs qui nous empêchent de parvenir à la connaissance de la vérité. »

Les expériences indispensables à la découverte des vérités pour laquelle a été fondé le prix *Bréant* appartiendraient-elles à la catégorie de celles dont parle Descartes? On se plaît à croire qu'il n'en n'est pas ainsi, du moins en ce qui concerne les questions secondaires contenues dans le programme présenté par la Section en 1854.

Toutefois, comme de longues années se sont écoulées, sans qu'il soit parvenu à l'Académie de travaux où l'on trouve la solution de ces questions elles-mêmes, la Section s'est demandé s'il ne serait pas possible de faciliter cette solution, en présentant aux concurrents des sujets déterminés, définis de la manière la plus exacte et la plus précise.

Mais la Section ne pouvait aller plus loin sans prendre conseil de l'Académie, et c'est ce qu'elle vient faire aujourd'hui. Si donc l'Académie jugeait à propos d'inviter la Section à revoir, sous le rapport qui nous occupe, le programme de 1854, elle s'empresserait de s'acquitter de cette tâche, sans jamais oublier que l'esprit et la lettre du testament Bréant doivent être religieusement respectés.

Passons maintenant à l'analyse des trois ouvrages auxquels la Section a proposé de décerner des récompenses.

II.

A. Le travail de M. le docteur P. Lorain, professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Paris, médecin de l'hôpital Saint-Antoine, a pour titre :

Études de médecine clinique et de physiologie pathologique. — Le choléra observé à l'hôpital Saint-Antoine.

Il ne doit être question, dans cette analyse de l'ouvrage de M. Lorain, que de la partie relative au choléra. Or, voici quels sont les articles les plus saillants de la monographie de cet auteur, laquelle a pour base quatre-vingts cas de choléra, observés par lui, dans son service, à l'hôpital Saint-Antoine pendant l'épidémie de 1866, et se compose de neufs chapitres ainsi intitulés: I. *Des Urines*, II. *Déjections alvines*, III. *Poids des malades*, IV. *Chaleur chez les cholériques*, V. *Température après la mort*, VI. *Circulation chez les cholériques*, VII. *Courbes et tracés de la respiration*, VIII. *Tableaux graphiques d'ensemble*, IX. *Traitement.*

Il n'est aucun des sujets traités dans les neuf chapitres de l'ouvrage de M. Lorain, qui n'ait exigé de lui beaucoup de temps et de patience, patience sans laquelle il serait d'ailleurs bien difficile, pour ne rien dire de plus, de découvrir la vérité, surtout dans les matières compliquées, telles que celles dont M. Lorain s'est occupé.

Notons aussi que les recherches de l'auteur ont été faites, avec ces méthodes et ces procédés d'exactitude, dont la médecine clinique n'a cessé de s'enrichir dans les temps modernes, et qu'elle s'efforce de multiplier et de perfectionner chaque jour.

Cela dit, il ne reste plus qu'à faire connaître à l'Académie les résultats sur lesquels M. Lorain lui-même insiste plus particulièrement, et qui, selon lui, constituent des données nouvelles :

1° Le poids des cholériques ne décroît pas sensiblement à la période algide, et décroît surtout à la période de réparation, période à laquelle l'urée est excrétée en grande abondance ;

2° Les cholériques sont d'abord *anuriques*, puis *polyuriques*, et quelquefois *diabétiques* : sur tous ces points, l'auteur a eu soin de fournir les analyses les plus minutieuses, et la statistique la plus rigoureuse ;

3° La température des cholériques s'abaisse surtout à la périphérie du corps et non dans les parties profondes : à cette occasion, l'auteur propose une théorie nouvelle sur la répartition et les compensations de la chaleur animale ;

4° La circulation a été étudiée à l'aide du sphygmographe, ingénieusement inventé par M. Marey, et, à l'aide de nombreuses planches, M. Lorain montre les variations du pouls, non sans chercher ensuite à donner une explication rationnelle de ces variations ;

5° Enfin, M. le docteur Lorain propose quelques moyens thérapeutiques

fondés sur l'*expérience physiologique*, et rapporte un cas de guérison à la suite d'une injection d'eau dans les veines.

L'idée de représenter aux yeux par des travaux graphiques d'ensemble (synoptiques) les divers phénomènes cholériques observés par M. Lorain est ingénieuse et offre quelque chose de séduisant; il est vrai que l'étude analytique de ces tableaux est laborieuse.

L'auteur d'un *Examen critique du travail du docteur Lorain*, dont les éloges ne sauraient par conséquent être suspects, et qui ne savait pas, au moment où il a publié cet examen, qu'il aurait M. Lorain pour compétiteur au prix Bréant; cet auteur, qui n'est autre que M. le docteur Brébant, s'exprime de la manière suivante sur les tableaux dont nous venons de parler : « Les tableaux synoptiques sont un essai de synthèse adressé à l'œil, le plus compréhensif de nos sens. L'idée de remplacer le langage parlé par des lignes distinctes à direction significative est une innovation pleine d'avenir et de fécondité. Pour ce seul fait, si M. Lorain y a pensé le premier, son travail mérite les plus grands honneurs. »

B. L'ouvrage de M. le docteur Brébant a pour titre : *Choléra épidémique considéré comme affection morbide personnelle; physiologie pathologique et thérapeutique rationnelle.*

L'auteur avait déjà précédemment publié un Mémoire sur l'épidémie cholérique de 1854, qu'il avait étudiée à Avoncq (arrondissement de Vouziers, département des Ardennes).

Dans son travail actuel, laissant à d'autres auteurs le soin d'étudier le choléra *comme endémie* et *comme épidémie*, il ne veut s'en occuper que *comme maladie personnelle*. Ce travail se compose de quatre Parties.

La première, purement *descriptive*, comprend, comme ce nom l'indique, la description générale des formes et des variétés du choléra, description précédée de la relation d'une observation type pour chacune de ces formes et variétés.

Dans la seconde Partie, M. Brébant s'occupe de la pathogénie initiale du choléra *confirmé* et de ses relations étiologiques avec les formes légères des manifestations épidémiques de même nature.

La troisième Partie traite de l'analyse *physiologique* de chacun des éléments morbides du choléra, et l'auteur déduit de cette analyse les *indications rationnelles*.

Enfin, la quatrième Partie, toute pratique, comprend ce que l'auteur appelle *la véritable thérapeutique du choléra.*

Si cette *véritable thérapeutique du choléra* le guérissait dans l'immense majorité des cas, l'auteur aurait par cela même mérité le prix de *cent mille francs*. Malheureusement il n'en est pas ainsi. En effet, M. Brébant ne propose aucun moyen nouveau, et soumet seulement à une discussion savante et approfondie ceux qui, jusqu'ici, ont été employés contre le choléra asiatique.

Or, le résultat général des médications usitées en France, c'est que la moitié environ des individus, frappés pendant le règne d'une épidémie de choléra asiatique, a pu être sauvée. Les guérisons, dans les cas où la maladie affecte la forme la plus grave, sont une exception très-rare. Ajoutons qu'il en sera toujours ainsi, à moins qu'on ne parvienne à trouver le *contre-poison* du principe *cholérigène*, et qu'on ne soit en mesure de l'administrer dans les premiers moments où vient d'éclater cette forme de la maladie, connue sous le nom de choléra *asphyxique*, *cyanique* ou *foudroyant* : foudroyant, en effet, puisqu'on peut dire aussi d'un bon nombre de ceux qu'il frappe : *Les malades se meurent, les malades sont morts.*

L'ouvrage de M. le docteur Brébant consiste essentiellement dans l'exposition fidèle des connaissances actuelles sur le choléra *asiatique*, et dans une critique approfondie des différentes doctrines jusqu'ici émises sur cette maladie. Sur les débris d'un bon nombre de ces doctrines, l'auteur s'est appliqué à en élever d'autres, qui, pour la plupart, réclament encore elles-mêmes pour avoir droit de cité dans la science, la sanction, ou, si l'on veut, le baptême d'observations, d'expériences suffisamment nombreuses et suffisamment exactes.

Sans doute, parmi les idées, les pensées, les rapprochements, les explications de M. Brébant, il en est qui présentent une certaine somme de probabilités. Mais dans les sciences dites d'observation ou naturelles, les probabilités ne suffisent pas. Que M. Brébant, dans le travail duquel nous trouvons une vive attaque, non-seulement contre l'école de Paris, mais aussi contre l'époque contemporaine tout entière, comme ne cultivant pas assez la partie *philosophique, logique, théorique* des sciences médicales ; que M. Brébant se rassure : l'époque contemporaine, l'école de Paris, cultivent, avec une ardeur égale, et cette partie et celle qui consiste à recueillir les observations ou à pratiquer les expériences. Cet art d'observer, d'expérimenter n'est pas moins difficile, d'ailleurs, que l'art de penser et de raisonner. Et si, aujourd'hui comme du temps de Pascal, les bonnes raisons ne sont pas faciles à trouver, on peut assurément en dire autant des bonnes observations et des bonnes expériences.

C. L'étude de M. le docteur Nicaise a pour sujet le choléra de 1865-1866, qu'il a observé soit dans les hôpitaux de Paris, soit dans les villes ou villages où il avait été envoyé en mission par M. le Ministre de l'Agriculture et du Commerce (1).

Les recherches de l'auteur portent sur les points suivants : 1° manifestation de l'épidémie; 2° anatomie pathologique; 3° caractère infectieux et contagieux du choléra; 4° moyens curatifs mis en usage; 5° prophylaxie.

En matière d'anatomie pathologique, M. Nicaise a signalé, plus qu'on ne l'avait fait avant lui, le développement de pseudo-membranes, *à mode diphthéritique*, sur diverses membranes muqueuses.

En ce qui concerne la contagion, dont il se déclare partisan, il place au premier rang des agents de celle-ci les déjections alvines.

Sous le point de vue de la prophylaxie, M. Nicaise proposerait la séquestration, l'isolement complet de chaque malade, mais il reconnaît, avec raison, que dans la pratique ce procédé rencontrerait de bien grandes difficultés.

III.

L'isolement *individuel*, ci-dessus proposé, ne serait que l'extension de ce système de lazarets, de quarantaines et de cordons sanitaires au moyen desquels, depuis si longtemps, les gouvernements se sont évertués à préserver les populations d'un certain nombre d'épidémies, telles que celles de la peste et de la fièvre jaune en particulier. On sait que ce système de prophylaxie a de tout temps compté des adversaires plus ou moins nombreux. Au siècle où nous vivons, il avait trouvé dans Chervin, relativement à la fièvre jaune, un antagoniste implacable. Les efforts de tous genres, déployés par cet infatigable combattant, eurent pour résultat une notable diminution dans les rigueurs des institutions sanitaires, qu'il s'était efforcé de renverser.

Il faut avouer que les temps actuels ne sont pas favorables au système de Chervin, même en matière de fièvre jaune, et moins encore peut-être en matière de choléra asiatique.

Nous n'avons point à nous prononcer sur un procès d'une gravité extrême, non-seulement sous le point de vue purement médical, mais aussi sous divers autres rapports, et sous le rapport commercial spécialement. Nous ferons seulement remarquer l'étroite connexion, qui rattache tout ce qui concerne nos institutions sanitaires au sujet du prix proposé par Bréant.

(1) En 1865, M. le docteur Nicaise a observé l'épidémie cholérique à l'hôpital de la Pitié, et en 1866, à Amiens (Somme), et dans le département de la Nièvre.

Cette connexion n'a point échappé, d'ailleurs, aux gouvernements eux-mêmes, puisqu'ils ont constitué une conférence sanitaire internationale, dans laquelle l'origine, la cause première, le mode de propagation du choléra et les mesures prophylactiques qu'il peut réclamer, ont été l'objet d'une discussion des plus approfondies.

Toutefois, il faut bien le reconnaître avec regret, même après les travaux de cette conférence, le prix Bréant reste encore à remporter.

Que si les mesures prophylactiques, proposées par la conférence internationale contre le choléra dit asiatique, échouaient plus ou moins elles-mêmes; que si la découverte du principe, du *poison* auquel il doit sa fatale origine); que si la découverte du moyen ou de l'antidote capable de le guérir dans l'immense majorité des cas, comme il en est du quinquina, ce merveilleux *fébrifuge*, à l'égard des fièvres intermittentes paludéennes; que si, enfin, la découverte d'une sorte de *vaccine*, habile à nous en préserver, déjouaient malheureusement tous les efforts des plus sagaces, des plus zélés, des plus opiniâtres investigateurs, ne resterait-il plus rien à faire? En serait-on réduit à déposer les armes de la science et de l'administration devant un si terrible fléau, plus terrible que ce *mal* même *qui répand la terreur*, c'est-à-dire que la peste, puisqu'il faut l'appeler par son nom?

En vérité, les Souverains seuls peut-être auraient le pouvoir de dire que ce n'est pas là leur dernière raison : *ultima ratio regum*. Ils pourraient, en effet, couronnant l'œuvre ou l'édifice de la Conférence Sanitaire Internationale, former une sorte de *croisade* pour aller jusqu'au fond de l'Asie, dans le delta du Gange, refuge natal du choléra, combattre et exterminer ce monstre pathologique, plus redoutable assurément que l'*hydre de Lerne;* ce monstre qui a déjà dévoré tant de milliers d'hommes, et bien digne de trouver un nouvel Hercule. Ce serait, pour ces Souverains, inaugurer glorieusement un nouveau genre de batailles, qu'on pourrait appeler des batailles *sanitaires*.

De telles batailles seraient un des plus beaux signes de ces temps de haute civilisation sous lesquels nous vivons. Il appartiendrait à la France de se placer à la tête de cette guerre sacrée pour le salut public : elle n'en serait que plus digne du magnifique nom de *soldat de Dieu*, qui lui a été donné depuis déjà bien des siècles.

Mais c'est trop nous écarter de notre sujet qui, malgré son importance exceptionnelle, ne nous permettait peut-être pas les réflexions par lesquelles nous terminons ce Rapport.

L'Académie adopte les propositions de la Commission.

PRIX JECKER.

(Commissaires : MM. Regnault, Balard, Fremy, Wurtz, Cahours, Chevreul rapporteur.)

Rapport sur le Concours de l'année 1868.

La Section de Chimie, à l'unanimité, a décerné le prix Jecker à **M. P.-A. Favre**, Correspondant de l'Institut, pour ses *recherches sur la chaleur dégagée dans les combinaisons chimiques.*

Sur la proposition de la Section, l'Académie accorde à **M. Gautier** (Armand) une somme de *deux mille francs*, pour ses travaux concernant l'acide cyanhydrique, les nitriles et une nouvelle classe de corps isomériques avec les nitriles.

PRIX BARBIER.

(Commissaires : MM. Nélaton, Laugier, Andral, Brongniart, Ch. Robin rapporteur.)

Rapport sur le Concours de l'année 1868.

Le prix Barbier doit, suivant les intentions du testateur, être accordé *à celui qui fera une découverte précieuse pour la science chirurgicale, médicale, pharmaceutique et dans la botanique ayant rapport à l'art de guérir.* Parmi les travaux soumis à son examen, la Commission a distingué ceux de M. Fraser et ceux de M. le Dr A. Rabuteau. Ils rentrent dans le programme du Concours; car ils ont pour sujet des applications nouvelles à la thérapeutique médicale, fondées sur l'emploi de composés, les uns d'origine végétale, les autres d'origine minérale, dont ces expérimentateurs ont étudié l'action sur nos organes.

L'Académie n'a pas oublié qu'en 1865 le prix Barbier a été partagé entre deux Mémoires, dont l'un, celui de MM. Vée et Leven, contenait, entre autres résultats dignes de récompense, la démonstration de l'existence d'un principe cristallisable, l'*ésérine*, dans la graine appelée *fève de Calabar*. Ils avaient démontré aussi que c'est à ce composé qu'étaient dues l'action vénéneuse et la propriété singulière de faire resserrer la pupille par contraction de l'iris, propriété que possède l'extrait de cette semence et qu'il révèle quand on le dépose sur la conjonctive.

Cette année M. Thomas Fraser, à qui on doit la découverte de cette action remarquable de l'extrait de la *fève de Calabar* sur l'iris, a envoyé pour con-

courir au prix Barbier deux Mémoires contenant ses recherches sur ce médicament. L'un date de 1862, l'autre de 1867 (1).

On sait que la *fève de Calabar*, aussi appelée *noix d'éséré, etc.*, est la graine d'une légumineuse papillionacée nommée, en 1860, *Physostigma venenosum*, par Balfour, Professeur de matière médicale à l'Université d'Édimbourg. En 1855, le Professeur Christison avait attiré l'attention des physiologistes sur l'action toxique de cette semence; et déjà, du reste en 1840, le Dr Daniell avait montré qu'elle est employée par les indigènes de l'Afrique occidentale dans certaines épreuves judiciaires (2).

Mais ce ne fut qu'après l'année 1862 que l'extrait de cette graine prit place parmi les substances pharmaceutiques utilisées en thérapeutique. Ce résultat est dû aux recherches de M. Thomas Fraser, qui a fait une étude approfondie des caractères botaniques, de l'action physiologique et des usages thérapeutiques du *Physostigma venenosum*, Balfour.

Dans le but de connaître l'action physiologique de cette légumineuse, M. Fraser a institué une série d'expériences :

1° Avec l'extrait alcoolique des enveloppes de la graine détachées par décortication (*spermoderme*);

2° Avec l'extrait alcoolique des cotylédons.

L'extrait alcoolique préparé avec le test décortiqué, injecté sous la peau, dans les poumons, dans les cavités séreuses, a produit des effets appréciables, mais dans aucun cas il n'a causé la mort et l'animal revenait à lui après avoir présenté des symptômes de paralysie.

Expérimenté ainsi, cet extrait a déterminé une paralysie des membres postérieurs, vingt minutes au plus après avoir amené une contraction très-prononcée de la pupille (3).

L'emploi topique de l'extrait des cotylédons détermine une action dépressive sur la moelle épinière, la paralysie du cœur, la syncope, la *contraction des pupilles* et le resserrement des petits vaisseaux, suivi de la dilatation tardive de ces conduits.

Ce médicament agit sur la moelle épinière, en détruisant le pouvoir con-

---

(1) Th.-R. FRASER : *On the characters, actions, and therapeutic uses on the ordeal bean of Calabar;* Edinburgh, 1863, in-8°; et *On the physiological action of the Calabar bean* (*Physostigma venenosum*, Balfour); Edinburgh, 1867, in-4°.

(2) *Voir* l'historique complet de nos connaissances sur cette plante et sa graine dans G. HARLEY, *Note sur l'action physiologique et thérapeutique de la fève de Calabar* (*Journal de l'Anatomie et de la Physiologie;* Paris, 1864, in-8°, t. Ier, p. 141).

(3) La dose injectée était de 1 à 5 grains d'extrait (26 centigrammes), chaque grain anglais d'extrait égal à 16 grains de poudre.

ducteur de cet organe. La paralysie s'étendant successivement aux muscles de la respiration peut produire l'asphyxie et la mort en trente minutes ou environ. L'application de ces extraits ou de l'ésérine sur la conjonctive agit directement sur la pupille, même à très-petite dose. Aucune autre substance ne produit *sur la pupille des effets aussi marqués.* L'emploi de ce médicament peut donc être utile en ophthalmologie et surtout dans la mydriase de cause cérébrale ou dans celle qui est produite par la belladone. Son emploi peut encore être utile dans l'iritis, pour exciter alternativement des contractions et des dilatations. Dans ces cas, l'extrait alcoolique de consistance sirupeuse, mêlé à l'eau, est d'un usage utile.

Ce rapide énoncé des principaux résultats obtenus par M. Fraser à l'aide de nombreuses expériences (à l'exposé desquelles son deuxième travail est particulièrement consacré), et dont l'exactitude a depuis été souvent vérifiée, nous paraît suffisant pour justifier le jugement favorable porté par votre Commission et la récompense qu'elle vous propose d'accorder à ce savant. Rappelons que ce sont les premières études de M. Fraser qui ont amené l'introduction dans la thérapeutique des préparations pharmaceutiques obtenues à l'aide de cette semence, et que celles-ci constituent des médicaments assez souvent employés depuis lors dans le traitement de plusieurs affections des yeux.

Examinons actuellement le travail de M. le Dr A. Rabuteau. Il se compose d'un grand nombre de recherches expérimentales sur l'action physiologique, les modifications subies dans l'organisme, et le mode d'élimination de diverses substances introduites dans l'économie animale. Ces expériences ont été faites surtout à l'aide de composés métalliques; tels sont les fluorures, les iodates, les iodures, les bromates et les bromures; citons encore le perchlorate de potassium, le sulfate de quinine, les chlorates, les sulfates, les hyposulfates, les sulfites et hyposulfites, les sélénites, les séléniates, les tellurites, et enfin le formiate et le succinate de sodium (1).

L'auteur a étudié l'action de ces composés tant sur les animaux que sur lui-même lorsqu'ils n'étaient pas vénéneux, et a observé les modifications qu'ils subissent dans l'économie vivante. Il a expérimenté d'abord les iodates, généralement peu examinés jusqu'à présent, et a choisi ceux de sodium, de potassium, de rubidium, d'ammonium, de calcium, de stron-

---

(1) A. Rabuteau : *Étude sur les effets physiologiques des fluorures et des composés métalliques en général;* Paris, 1867, in-8°; et *Études complémentaires sur l'élimination, etc.,* des composés cités ci-dessus, *Gazette médicale de Paris* et *Gazette hebdomadaire de Médecine et de Chirurgie;* Paris, 1867 et 1868.

tium, de magnésium, de cuivre, d'argent, de mercure, de quinine, et enfin l'acide iodique. Tous ces composés se métamorphosent en iodures dans l'économie; néanmoins, à forte dose, une partie du sel s'élimine en nature. Ainsi chez l'homme, tandis que $2^{gr},5$ d'iodate de sodium s'éliminent complétement à l'état d'iodure, $2^{gr},5$ d'iodate de potassium s'éliminent partiellement à l'état d'iodate. Le phénomène de réduction s'opère dans la profondeur des tissus, car il a lieu, soit que les iodates aient été ingérés dans l'estomac, soit qu'ils aient été injectés dans le sang. Les iodates ne sont pas dangereux comme on a pu le craindre d'après les recherches de Melsens sur l'iodate de potassium; cependant ils sont moins bien tolérés que les iodures.

A ce sujet, l'auteur, guidé par des indications données par M. Claude Bernard, a montré quelle est la cause des douleurs et des vomissements qui succèdent parfois à l'ingestion de l'*iodure de potassium*. Ces accidents n'arrivent que lorsque l'iodure renferme un iodate. C'est ce qu'il a constaté cliniquement à propos d'un iodure de sodium renfermant une certaine quantité d'iodate de ce même métal, et qui, employé comme médicament, déterminait des vomissements bilieux, des douleurs stomacales et de la diarrhée quelques minutes après l'ingestion. Ces faits s'expliquent très-bien. Que l'on verse quelques gouttes d'un acide dilué dans deux solutions étendues l'une d'un iodure, l'autre d'un iodate, il ne se produit rien d'appréciable, mais, si l'on mélange alors ces deux solutions, il se dépose de l'iode en grande quantité. L'expérience a prouvé à l'auteur qu'un pareil phénomène se passe dans l'estomac au contact de l'acide du suc gastrique, qu'une certaine quantité d'iode mis en liberté provoque des accidents, d'ailleurs en tout semblables à ceux qu'a éprouvés Orfila après l'ingestion de quelques centigrammes d'iode.

Absorption et élimination des iodures. — A la suite de l'ingestion dans l'estomac ou de l'injection dans le sang des iodates énumérés plus haut, M. Rabuteau a trouvé parfois que l'excrétion rénale présentait pendant plus de trois jours les réactions qui décèlent la présence de l'iode. Ces faits l'ont conduit à entreprendre des recherches directes sur l'élimination et sur l'absorption de divers iodures. Après avoir vérifié les faits déjà connus sur les modes d'élimination de l'iodure de potassium, après avoir aussi donné plus de précision aux notions que nous possédions sur ce sujet, cet expérimentateur a démontré que les autres iodures se comportent de la même façon que celui-ci. Certains d'entre eux cependant se décomposent, c'est-à-dire changent de genre dans l'organisme. Ainsi, l'iodure de cuivre, de même que l'iodure de fer, se transforme en un iodure alcalin, et

le cuivre se fixe dans quelques tissus de l'organisme pour un temps plus ou moins long.

Bromates et bromures. — M. Rabuteau a constaté que les bromates se réduisent beaucoup plus difficilement que les iodates dans l'organisme. Les bromates passent rapidement dans l'excrétion rénale et dans la salive; on peut les retrouver dans ces liquides dix minutes après l'ingestion. Leur élimination se fait lentement, car on retrouve du brome dans le produit des reins et dans la salive trois semaines après l'absorption de 1 gramme de bromure de potassium ou de sodium. L'élimination des bromures n'avait pas encore été l'objet de recherches précises. L'auteur de ces études trouve que toujours les liquides urinaires de l'homme et du chien présentent les réactions qui décèlent la présence du brome lorsque, après en avoir évaporé 300 à 400 grammes avec un peu de soude pure, on chauffe le résidu au rouge dans une capsule, et qu'on traite par l'acide azotique les quelques centimètres cubes d'eau de lavage du résidu calciné. Grange avait déjà signalé, en 1851, la présence du brome dans l'excrétion vésicale et dans les eaux, surtout les eaux de puits, mais ses recherches étaient demeurées dans l'oubli. Ayant, à l'aide du bromure de potassium, guéri rapidement un chien sur lequel il avait déterminé les symptômes de l'intoxication saturnine, M. Rabuteau a proposé l'emploi des bromures alcalins dans le traitement de cette affection assez fréquemment observée sur l'homme; il l'a fait après avoir constaté qu'ils agissent en favorisant l'élimination des composés plombiques. Il cite des essais couronnés de succès, qui ont déjà été poursuivis à l'Hôtel-Dieu de Paris.

Les *hyposulfates de sodium et de magnésium* n'avaient jamais été étudiés auparavant, l'auteur a montré qu'ils s'éliminent en nature et produisent des effets analogues à ceux que déterminent les sulfates des mêmes métaux. Quant aux *sulfites* et *hyposulfites*, ils s'éliminent totalement à l'état de sulfates s'ils sont employés à faibles doses, et partiellement en nature, s'ils sont employés à doses fortes.

Le *sélénite* et le *tellurite de sodium* sont des poisons dangereux. Ils font mourir les animaux avec des symptômes d'asphyxie des plus intenses et l'on retrouve constamment dans leur sang une multitude de cristaux dont l'auteur ignore encore la nature (1).

---

(1) Le *séléniate de potassium* ayant été injecté dans les veines d'un chien, à la dose de 25 grammes, l'a fait mourir en seize heures, et, dans l'intervalle, *son haleine répandait l'odeur de l'hydrogène sulfuré*, ce qui prouve que le sel avait subi, comme les iodates et les bromates, une réduction dans l'organisme.

Nous bornerons là cette analyse d'études qui, entièrement expérimentales, nous conduiraient au delà des bornes d'un Rapport académique, si nous voulions passer en revue tous les composés dont M. Rabuteau a ainsi essayé l'action dans un but thérapeutique.

On peut dire que ses recherches sont la suite de celles que Wöhler a publiées sur le passage de diverses substances dans l'urine, expériences remarquables qui ont confirmé les idées de Lavoisier sur les actions comburantes ayant lieu dans les tissus. M. Rabuteau a fait voir en outre que l'organisme agit parfois comme réducteur, ce que Wöhler n'avait pas signalé, bien qu'il eût constaté que le *ferricyanure* de potassium se transformait dans l'économie en *ferrocyanure*.

Terminons en signalant que l'auteur a tenté de voir s'il existe un rapport entre l'intensité de l'action des corps sur nos tissus, et le degré d'élévation du poids atomique des métaux qui entrent dans ces composés.

Sans se prononcer en aucun sens sur ce point, touchant lequel elle fait d'autant plus ses réserves qu'il sort du programme du Concours, votre Commission se plaît à reconnaître que M. Rabuteau a abordé ce sujet en homme familier avec les questions théoriques d'un ordre élevé, aussi bien qu'avec les procédés techniques exigés par les études chimiques et physiologiques.

Mais elle a jugé dignes d'être récompensés, non-seulement l'esprit scientifique dans lequel ont été poursuivies ses expériences, mais encore les progrès qu'elles ont fait faire à nos connaissances sur l'action physiologique et médicamenteuse des composés chimiques que nous avons énumérés plus haut.

En résumé, la Commission a vu dans les deux ordres de travaux qui viennent d'être analysés rapidement un progrès réel pour la physiologie, la pharmacologie et la thérapeutique.

En conséquence, elle a partagé le prix Barbier entre les Mémoires de **M. Thomas Fraser** et les recherches de M. le docteur **Rabuteau**.

L'Académie adopte les conclusions du Rapport.

PRIX GODARD.

(Commissaires : MM. Nélaton, Cl. Bernard, Longet, Laugier, Ch. Robin rapporteur.)

Rapport sur le Concours de l'année 1868.

Parmi les travaux adressés à la Commission chargée d'apprécier les recherches qui, suivant les intentions du fondateur de ce prix, ont fait le plus

avancer nos connaissances en ce qui concerne la fonction de la reproduction, votre Commission a particulièrement remarqué les publications de MM. Ercolani et Dieu.

L'ouvrage de M. le Professeur Ercolani est intitulé : *Mémoire sur les glandes utriculaires de l'utérus, et sur l'organe glandulaire de nouvelle formation qui se développe, pendant la grossesse, dans l'utérus des femelles des mammifères et de l'espèce humaine* (1).

A la suite d'une consciencieuse analyse des études qui ont précédé les siennes, le savant Professeur de Bologne décrit et représente, d'après ses observations, la structure de la muqueuse et des glandes utérines sur la jument, la vache, la chienne, la chatte, le porc-épic et la femme. Il étudie les différences qu'elles offrent dans les états de grossesse et de vacuité de l'utérus; il a montré que les glandes manquent complétement chez les femelles de certains animaux, comme le rat, le lapin, etc. Sur les mammifères, du moins, ces follicules ne sont représentés que par de courtes et nombreuses inflexions de la muqueuse elle-même. Sur les autres espèces, leur forme et leur structure varient notablement d'une espèce à l'autre, ce que les belles figures, publiées par M. Ercolani, mettent en évidence d'une manière frappante.

Dans l'impossibilité où nous sommes de citer dans ce Rapport tous les faits anatomiques nouveaux de cet ordre, dus aux dissections de ce savant, nous signalerons particulièrement à l'attention de l'Académie, son étude de la muqueuse utérine des solipèdes et des ruminants, et surtout de la constitution des organes appelés *cotylédons* chez ces derniers.

Cet anatomiste démontre, en outre, que chez divers animaux, tels que la jument et la vache, il y a une caduque utérine, bien que son existence ait été niée à cause de son extrême ténuité. La caduque, dans ce cas, a pour origine la couche épithéliale utérine, qui concourt aussi à la former dans l'espèce humaine, mais elle est très-mince, et de bonne heure elle s'accole au chorion fœtal. On n'y voit pas non plus les nombreuses ouvertures qu'on rencontre dans la caduque de la femme.

L'augmentation de volume des glandes utriculaires pendant la grossesse

---

(1) *Delle glandole otricolari dell'utero e dell'organo glandulare di nuova formazione che nella gravidanza si sviluppa nell'utero delle femmine dei mammiferi e nella specie umana.* Memoria del professor G. Ercolani. Bologna, 1868, in-4° de 77 pages et 10 planches gravées grand in-4°. (Extrait de la 2e série des *Memorie dell'Accademia delle Scienze dell'Istituto di Bologna*, t. VII, résumé par l'auteur dans le *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie*; Paris, 1868, in-8°, p. 501.)

est constante (sur l'espèce humaine, comme chez les différents animaux), ce qui met hors de doute pour l'auteur qu'elles doivent remplir un rôle dans la nutrition du fœtus. Il pense que leur usage est de fournir les matériaux pour la nutrition de l'embryon avant que soit développée la portion maternelle du placenta, avec laquelle se mettent en rapport les villosités du chorion quand elles sont vascularisées.

D'un autre côté, les observations dont nous avons parlé confirment ce fait que, quelle que soit la forme du placenta des animaux, jamais les villosités du chorion ne pénètrent dans les glandes utriculaires de la muqueuse utérine contrairement à ce qu'avaient autrefois avancé quelques physiologistes.

La partie la plus neuve des résultats auxquels M. Ercolani a été conduit par ses observations est comprise dans la seconde division de son Mémoire. Elle a trait particulièrement au mode de développement et aux usages de l'organe transitoire appelé *placenta maternel* et auquel l'auteur donne souvent le nom d'*organe glandulaire*.

Les phases de ce développement peuvent être résumées de la manière suivante. En même temps qu'à la surface du chorion fœtal se développent ses villosités vasculaires, la muqueuse utérine se tuméfie, et à sa surface se forment de minces et nombreux prolongements vasculaires et celluleux, soulevant l'épithélium de cette membrane; elle envoie en quelque sorte ces prolongements à la rencontre des villosités choriales ou placentaires sur lesquelles ils s'appliquent et se moulent. Ces deux ordres d'organes grandissent simultanément en sens inverse pendant toute la durée de la grossesse.

Les villosités (et leurs branches, quand elles se subdivisent) se trouvent ainsi engaînées par ces parties, qui sont de production nouvelle, bien qu'elles dérivent des éléments normaux de la muqueuse utérine. Elles forment au-dessus de celle-ci, qui est tuméfiée, une couche qui comble les interstices des villosités et dont il n'existait aucune trace dans la muqueuse de l'utérus vide. Sous un autre point de vue cette couche représente des sacs à parois continues les unes sur les autres, renversés sur les villosités qui remplissent ainsi la cavité des premiers. Si l'on arrache les villosités fœtales ou placentaires sans déchirure de cet organe maternel, la face interne de la muqueuse tuméfiée offre de nombreuses excavations correspondant chacune à une villosité choriale. Ces sacs, ainsi développés sur les villosités qui leur servent en quelque manière de moule, ressemblent d'autant plus à des follicules glandulaires qu'ils sont tapissés à leur face interne par des cellules épithéliales, formant une couche ordinairement régulière, immé-

diatement contiguë à la substance des villosités vasculaires du chorion fœtal (1).

De là le nom d'*organe glandulaire* employé par M. Ercolani pour désigner la couche que représente cet ensemble de petits sacs et les minces parois vasculaires qui les séparent et s'élèvent de la surface de la muqueuse utérine. De là le nom de *follicules* employé dans le sens de glande simple dont il se sert pour désigner chacun d'eux. Ajoutons que ce savant admet que ces cavités sécrètent une humeur qui est absorbée par les villosités du chorion qui les remplissent, et que celles-ci portent ce produit au fœtus pour servir à sa nutrition.

Tout en faisant ses réserves sur cette vue particulière et sur quelques-unes des interprétations que l'auteur a données des faits nouveaux qu'il a observés, votre Commission ne saurait refuser son approbation à ces derniers. Elle ne peut, du reste, entrer dans les détails que comporterait leur analyse, car il est facile de comprendre combien varient les dispositions spéciales de cet organe maternel : selon que les villosités placentaires restent répandues sur toute la surface du chorion comme chez les solipèdes; suivant, au contraire, qu'elles sont groupées en cotylédons isolés comme chez les ruminants; selon enfin qu'elles sont réunies en une plaque arrondie ou annulaire, etc., comme dans l'espèce humaine, les rongeurs et autres mammifères.

Qu'il nous soit permis de dire seulement que toutes les variétés principales qu'offrent dans leur développement corrélatif ces parties fœtales et maternelles ont été étudiées, décrites et représentées avec le plus grand soin par M. le Professeur Ercolani. L'avis unanime de votre Commission est, par conséquent, que ses recherches comptent parmi celles qui méritent le plus d'être couronnées par l'Académie des Sciences.

Nous terminerons ce Rapport en vous demandant de vouloir bien mentionner honorablement les observations de M. le Dr Dieu, Médecin-major de l'Hôtel des Invalides, qui ont eu pour sujet la constitution du liquide séminal des vieillards (2). Bien que des études de même ordre eussent déjà été faites en 1852 par M. Duplay, Médecin distingué des hôpitaux de Paris, M. Dieu, par des recherches approfondies, a étendu notablement nos

---

(1) Cet épithélium, ainsi qu'on le voit aisément, n'est autre que celui de la surface de la muqueuse utérine qui s'est développé en même temps que le reste de cette muqueuse d'une part, et que les villosités choriales qu'il touche d'autre part.

(2) A. Dieu, *Recherches sur le sperme des vieillards*. (*Journal de l'Anatomie et de la Physiologie*; Paris, 1867, in-8°, p. 449.)

connaissances, soit sur la composition anatomique, soit sur la production de ce fluide et de ses parties constituantes, chez l'homme arrivé à un âge avancé. Aussi le Mémoire qu'il vous a adressé nous a-t il paru mériter d'être signalé à l'attention des savants, et digne des encouragements de l'Académie.

En résumé :

1° La Commission accorde le prix Godard à M. le Professeur **Giambatista Ercolani**, de Bologne;

2° Elle accorde, en outre, une mention honorable aux recherches de M. le Dr **A. Dieu**.

L'Académie adopte les conclusions du Rapport.

PRIX SAVIGNY.

Rapport sur le Concours de l'année 1868.

(Commissaires : MM. Blanchard, Coste, Milne Edwards, Ch. Robin, de Quatrefages rapporteur.)

La Commission déclare qu'il n'y a pas lieu de décerner ce prix pour l'année 1868.

PRIX DESMAZIÈRES.

(Commissaires : MM. Tulasne, Trécul, Decaisne, Duchartre, Brongniart rapporteur.)

Rapport sur le Concours de l'année 1868.

La Commission du prix Desmazières a eu à examiner les Mémoires de deux Auteurs, ayant les uns et les autres pour objet, au moins en partie, la famille des Lichens.

M. Famitzin, professeur à Saint-Pétersbourg, a transmis à l'Académie deux Mémoires publiés en 1867, l'un sur le développement des gonidies et la formation des zoospores dans les Lichens, l'autre sur l'influence de la lumière sur les Spirogyra, genre de la famille des Conferves. Le premier de ces Mémoires présenterait des faits bien singuliers et bien inattendus, s'ils étaient confirmés par de nouvelles observations et s'ils ne devaient pas recevoir une autre interprétation que celle que leur donne M. Famitzin. Suivant ce savant, les gonidies des Lichens, c'est-à-dire les cellules sphé-

riques remplies de chlorophylle qui sont dispersées dans le parenchyme de la fronde des Lichens, étant maintenues dans un état d'humidité convenable à la surface de morceaux d'écorce pendant quelques mois, donneraient naissance dans leur intérieur à des zoospores, c'est-à-dire à des corpuscules très-uniformes, pourvus de mouvements déterminés par des cils vibratiles comme les zoospores des Algues.

Les résultats obtenus par M. Famitzin sont décrits avec beaucoup de précision, mais les tentatives faites pour les reproduire n'ont pas eu de succès jusqu'à présent et demandent en effet beaucoup de précautions et de persévérance. On peut en outre se demander quel est le rôle de ces zoospores et s'ils doivent, en effet, servir à la reproduction des Lichens ou s'ils ne seraient pas une production étrangère aux fonctions normales de ces plantes.

Dans cet état d'incertitude la Commission a jugé qu'il n'y avait pas lieu de prendre en considération le Mémoire de M. Famitzin, tout en lui réservant le droit de se présenter à un nouveau Concours lorsque les faits qu'il renferme auront pu être mieux appréciés.

Quant au Mémoire sur l'action de la lumière sur les *Spirogyra*, il intéresse plus la physiologie générale et le rôle de la matière verte que la cryptogamie en particulier, et offre moins d'importance à ce dernier point de vue que d'autres travaux soumis à la Commission, c'est-à-dire les études de M. Nylander sur la famille des Lichens.

Les travaux de ce savant, publiés en 1867 et rentrant spécialement dans les conditions du concours pour le prix Desmazières, ont pour objet les flores lichénologiques de la Nouvelle-Grenade et de la Nouvelle-Calédonie.

Ces études ont acquis une véritable importance par le nombre des plantes sur lesquelles elles ont porté, par la précision des déterminations et par les conséquences intéressantes qui en découlent au point de vue de la géographie botanique des plantes cryptogames.

Ainsi les collections formées à la Nouvelle-Grenade par M. Triana et plus tard par M. Lindig, étudiées avec soin par M. Nylander, portent le nombre des espèces de Lichens connus dans cette partie de l'Amérique méridionale à quatre cent soixante-sept. Sur ce nombre, quatre-vingt-dix-huit, c'est-à-dire plus d'un cinquième, appartiennent aussi à la flore européenne.

M. Nylander fait remarquer que les espèces saxicoles sont généralement plus cosmopolites ques les Lichens terrestres ou corticicoles; qu'un grand

nombre de Lichens saxicoles européens habitent aussi sous les tropiques, les sommets des montagnes, et qu'ils y sont d'autant plus abondants qu'ils croissent à une plus grande hauteur. Les Lichens terrestres ou corticicoles sont par cela même toujours plus caractéristiques de la végétation lichénique de la contrée qu'ils habitent.

La Nouvelle-Calédonie a été moins bien explorée au point de vue des Lichens, cependant elle a fourni à deux reprises des matériaux intéressants à M. Nylander, particulièrement en ce qui concerne les Lichens croissant sur les écorces. Dans son dernier travail, publié en 1867 dans le *Bulletin de la Société linnéenne de Normandie*, il annonce deux cent vingt espèces : c'est la flore lichénologique la plus étendue de cette région et elle offre aussi des résultats intéressants au point de vue géographique.

En accordant à M. Nylander le prix Desmazières, la Commission n'a pas été seulement frappée de l'intérêt de ces deux publications de 1867, elle a aussi considéré l'ensemble des travaux de ce savant sur la famille des Lichens et sur quelques autres parties de la cryptogamie. Depuis 1852, M. Nylander s'est consacré à l'étude de ces végétaux; il a appliqué les procédés d'investigation microscopique à l'examen de leurs organes de reproduction avec plus de précision qu'aucun autre naturaliste, soit à un point de vue général, soit pour mieux établir la distinction des genres et des espèces; il a surtout employé avec succès des réactifs chimiques variés pour l'étude de l'organisation de ces végétaux.

Indépendamment des nombreuses Notices ou Mémoires rédigés par lui sur des sujets spéciaux se rapportant à cette famille, il a publié de 1858 à 1860 le premier volume d'un ouvrage sur l'ensemble de cette famille, dont la suite a été interrompue par des circonstances indépendantes de sa volonté. Dans cette première partie, formant un fort volume in-8°, non-seulement il a énuméré et caractérisé les genres et les espèces de la moitié environ de cette famille, mais dans une introduction très-étendue il a examiné la famille des Lichens d'une manière générale et à tous les points de vue, c'est-à-dire, en ce qui concerne son organisation, sa classification et sa distribution géographique.

C'est cet ensemble de travaux aussi bien que ses derniers Mémoires publiés en 1867 que la Commission a voulu récompenser en accordant à **M. Nylander** le prix Desmazières.

PRIX THORE.

(Commissaires : MM. Milne Edwards, de Quatrefages, Maréchal Vaillant, Coste, Emile Blanchard rapporteur.)

Rapport sur le Concours de l'année 1868.

Ce prix est destiné à récompenser une étude récente qui aura contribué au progrès de l'histoire des Insectes. Cette destination, très-nettement prescrite par le testateur, n'a pas permis de prendre en considération une belle monographie du Baleinoptère que l'auteur, M. Malm, un zoologiste suédois, a adressée à l'Académie dans la pensée que cet ouvrage pouvait concourir pour la fondation de M. Thore.

La Commission a distingué tout particulièrement les recherches anatomiques sur les Coléoptères aveugles (1) et les recherches sur l'organisation et les mœurs du *Termite lucifuge*, par M. Lespès, professeur à la Faculté des Sciences de Marseille.

De petits Coléoptères aveugles, qui reçurent de l'entomologiste Sturm le nom d'Anophthalmes, avaient été recueillis autrefois dans des cavernes de la Carniole. Dans ces dernières années, d'autres espèces du même genre furent rencontrées dans des grottes profondes des Pyrénées et du département de l'Ariége. Bientôt un extrême intérêt s'attacha à la recherche de ces Insectes dont chaque espèce semble confinée soit dans une seule caverne, soit dans quelques grottes très-voisines les unes des autres. La découverte de plusieurs Anophthalmes ramena l'attention sur d'autres très-petits Coléoptères également aveugles qui habitent les fourmilières ou qui vivent constamment enfouis dans la terre. Parmi ces Insectes, on en avait trouvé dont la cécité n'était pas complète et l'on se préoccupait de savoir si l'absence des yeux provenait pour certains individus d'une condition de séjour accidentelle, ou si au contraire elle était en général un caractère d'espèces absolument destinées à ne vivre que dans l'obscurité. On s'arrêtait déjà plus volontiers à cette dernière pensée, la plupart des espèces découvertes dans des endroits inaccessibles à la lumière n'ayant jamais été observées ailleurs; mais pour bien apprécier les faits, il demeurait essentiel de reconnaître jusqu'à quel point était poussée l'atrophie des organes de la vue. L'exiguïté de la taille des sujets qu'il importait d'étudier

(1) Publiées en avril 1868.

créait pour l'investigation anatomique, non pas sans doute un obstacle insurmontable, mais une sérieuse difficulté. M. Lespès ne s'est pas laissé vaincre par cette difficulté, et ses dissections lui ont permis de constater non-seulement l'absence totale des yeux, mais encore l'absence des nerfs optiques et de la partie des centres nerveux cérébroïdes qui, chez les Insectes en possession de la vue, se trouve en rapport avec les nerfs optiques. Le cerveau des Coléoptères aveugles ne prend pas la forme qui lui est ordinaire chez les adultes, il conserve celle qui est habituelle dans les larves dont les organes de la vision ne sont pas encore en voie de développement. Ainsi cette étude semble achever de démontrer que les Anophthalmes des cavernes, les Clavigères des fourmilières, etc., sont organisés pour vivre seulement dans les conditions où on les trouve.

Les précédentes recherches de M. Lespès sur les Termites ont une grande importance. On ne connaissait que d'une manière imparfaite la véritable nature de différentes sortes d'individus que l'on observe dans les nids de Termites. Aucune recherche anatomique propre à éclaircir les faits douteux n'avait été exécutée. L'analogie était prise pour guide lorsque l'observation directe demeurait insuffisante, et l'on avait été ainsi trop entraîné à croire les sociétés de Termites constituées à peu près comme celles des Fourmis. Les travaux de M. Lespès ont rectifié des opinions prématurément conçues et ont révélé plusieurs faits qui n'avaient pas même été soupçonnés. M. Lespès a étudié le petit Termite lucifuge qui cause la désolation des habitants de plusieurs villes de nos départements de l'ouest, et par des dissections délicates, il est arrivé à déterminer sûrement la nature de chaque catégorie d'individus. On ne doutait pas que les ouvriers ne fussent des individus femelles inféconds comme dans les sociétés d'Hyménoptères, notamment celles des Abeilles et des Fourmis. On admettait d'autre part assez volontiers que tous les individus à grosse tête et à fortes mandibules, désignés sous le nom de *soldats*, étaient des individus neutres du sexe mâle. En observant les vestiges des organes de la reproduction chez un grand nombre d'individus appartenant aux deux catégories des ouvriers et des soldats, M. Lespès a parfaitement constaté que les deux sexes fournissaient également leur contingent aux soldats ainsi qu'aux ouvriers, et c'est là un fait auquel on était loin de s'attendre. L'auteur a reconnu en outre, dans les habitations du Termite lucifuge, la présence de deux sortes de nymphes caractérisées par les proportions des étuis qui logent les ailes et l'existence de deux sortes d'individus féconds, mâles et femelles, les uns d'assez petite taille, les autres d'une taille beaucoup plus considérable.

Ainsi se sont trouvées fort étendues et surtout très-assurées nos connaissances relatives à la composition des sociétés de Termites, ces insectes qui comptent au nombre des êtres les plus extraordinaires par leurs mœurs et par leur industrie. Il nous reste à ajouter que le Mémoire de M. Lespès contient encore des détails fort intéressants sur les différents appareils organiques, comme l'appareil respiratoire, l'appareil digestif, le système nerveux des mêmes Insectes.

A l'unanimité la Commission décerne le prix Thore à l'auteur des *Recherches sur les Coléoptères aveugles et sur l'organisation et les mœurs des Termites*, **M. Lespès**.

PRIX PROPOSÉS

Pour les années 1869, 1870, 1871, 1872 *et* 1873.

SCIENCES MATHÉMATIQUES.

PRIX A DÉCERNER EN 1869.

GRAND PRIX DES SCIENCES MATHÉMATIQUES.

QUESTION PROPOSÉE EN 1866 : REPRODUCTION DU PROGRAMME DES DEUX ANNÉES PRÉCÉDENTES.

(Commissaires : MM. Chasles, Liouville, Bertrand, Ossian Bonnet, Serret rapporteur.)

On ne connaît que quatre intégrales des équations différentielles du mouvement de trois ou d'un plus grand nombre de corps soumis à leurs attractions mutuelles; ces intégrales sont données immédiatement par le principe des *forces vives* et par celui des *aires*.

Aucune autre intégrale n'a pu être obtenue jusqu'à présent, mais Jacobi a introduit dans la science, il y a déjà plusieurs années, un théorème nouveau, d'après lequel le nombre des intégrations à exécuter peut être regardé comme diminué d'une unité.

L'Académie juge qu'il y a lieu de faire un nouvel appel aux efforts des géomètres et de provoquer, dans la même voie, des perfectionnements auxquels l'astronomie peut avoir à emprunter d'utiles secours. En conséquence, elle propose comme sujet du grand prix des Sciences mathématiques, qui devrait être décerné en 1868, la question suivante :

« *Perfectionner en quelque point essentiel la théorie du mouvement de trois* » *corps qui s'attirent mutuellement, suivant la loi de la nature, soit en ajoutant* » *quelque intégrale nouvelle à celles déjà connues, soit en réduisant d'une ma-* » *nière quelconque les difficultés que présente la solution complète du problème.* »

L'Académie, prenant en considération l'importance de la question, a dé-

cidé que le Concours serait, pour cette fois, prolongé d'une année. En conséquence, les Mémoires ont dû être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1869, et le prix sera décerné dans la séance publique correspondant à la même année.

GRAND PRIX DE MATHÉMATIQUES.

QUESTION PROPOSÉE EN 1864 POUR 1866, REMISE AU CONCOURS, APRÈS MODIFICATION, POUR 1869 : REPRODUCTION DU PROGRAMME DES DEUX ANNÉES PRÉCÉDENTES.

(Commissaires : MM. Liouville, Mathieu, Laugier, Faye, Delaunay rapporteur.)

L'Académie propose pour 1869 la question suivante :

« *Discuter complétement les anciennes observations d'éclipses qui nous ont été* » *transmises par l'histoire, en vue d'en déduire la valeur de l'accélération sécu-* » *laire du moyen mouvement de la Lune, sans se préoccuper d'aucune valeur* » *théorique de cette accélération séculaire; montrer clairement à quelles con-* » *séquences ces éclipses peuvent conduire relativement à l'accélération dont il* » *s'agit, soit en lui assignant forcément une valeur précise, soit au contraire en* » *la laissant indéterminée entre certaines limites.* »

Le prix consistera en une médaille d'or de la valeur de *trois mille francs*.

Les Mémoires ont dû être remis au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1869.

Le nom de chaque auteur sera contenu dans un billet cacheté qui ne sera ouvert que si la pièce est couronnée.

PRIX D'ASTRONOMIE,

FONDATION LALANDE.

La médaille fondée par M. de Lalande, pour être accordée annuellement à la personne qui, en France ou ailleurs (les Membres de l'Institut exceptés), aura fait l'observation la plus intéressante, le Mémoire ou le travail le plus utile au progrès de l'Astronomie, sera décernée dans la prochaine séance publique de 1869.

Ce prix consistera en une médaille d'or de la valeur de *cinq cent quarante-deux francs*.

Le terme de ce Concours est fixé au 1er juin de chaque année.

PRIX DE MÉCANIQUE,

FONDÉ PAR M. DE MONTYON.

M. de Montyon a offert une rente sur l'État, pour la fondation d'un prix annuel en faveur de celui qui, au jugement de l'Académie des Sciences, s'en sera rendu le plus digne en inventant ou en perfectionnant des instruments utiles au progrès de l'agriculture, des arts mécaniques ou des sciences.

Le prix consistera en une médaille d'or de la valeur de *quatre cent vingt-sept francs.*

Le terme du Concours est fixé au 1er juin de chaque année.

PRIX DE STATISTIQUE,

FONDÉ PAR M. DE MONTYON.

Parmi les ouvrages qui auront pour objet une ou plusieurs questions relatives à la *Statistique de la France,* celui qui, au jugement de l'Académie, contiendra les recherches les plus utiles sera couronné dans la prochaine séance publique de 1869. On considère comme admis à ce Concours les Mémoires envoyés en manuscrit, et ceux qui, ayant été imprimés et publiés, arrivent à la connaissance de l'Académie; sont seuls exceptés les ouvrages des Membres résidants.

Le prix consistera en une médaille d'or de la valeur de *quatre cent cinquante-trois francs.*

Le terme du Concours est fixé au 1er juin de chaque année.

PRIX FONDÉ PAR Mme LA MARQUISE DE LAPLACE.

Une Ordonnance royale a autorisé l'Académie des Sciences à accepter la donation, qui lui a été faite par Madame la Marquise de Laplace, d'une rente pour la fondation à perpétuité d'un prix consistant dans la collection complète des Ouvrages de Laplace.

Ce prix sera décerné, chaque année, au premier élève sortant de l'École Polytechnique.

PRIX TRÉMONT.

Feu M. le Baron de Trémont, par son testament en date du 5 mai 1847, a légué à l'Académie des Sciences une somme annuelle de *onze cents francs* pour aider dans ses travaux tout savant, ingénieur, artiste ou mécanicien, auquel une assistance sera nécessaire « pour atteindre un but utile et glorieux pour la France. »

Un Décret en date du 8 septembre 1856 a autorisé l'Académie à accepter cette fondation.

En conséquence, l'Académie annonce que, dans sa séance publique de 1869 (1), elle accordera la somme provenant du legs Trémont, à titre d'encouragement, à tout « savant, ingénieur, artiste ou mécanicien » qui, se trouvant dans les conditions indiquées, aura présenté, dans le courant de l'année, une découverte ou un perfectionnement paraissant répondre le mieux aux intentions du fondateur.

PRIX DAMOISEAU.

QUESTION PROPOSÉE EN 1866 POUR 1869 : REPRODUCTION DU PROGRAMME DES DEUX ANNÉES PRÉCÉDENTES.

(Commissaires : MM. Laugier, Faye, Liouville, Delaunay, Mathieu rapporteur.)

Un Décret impérial a autorisé l'Académie des Sciences à accepter la donation, qui lui a été faite par Madame la Baronne de Damoiseau, d'une somme de *vingt mille francs*, « dont le revenu est destiné à former le montant d'un » prix annuel qui recevra la dénomination de *prix Damoiseau*.

» Ce prix, quand l'Académie le jugera utile au progrès de la science, » pourra être converti en prix triennal sur une question proposée. »

Conformément à ces dispositions, la Commission propose à l'Académie de mettre au Concours pour l'année 1869 la question suivante :

» *Revoir la théorie des satellites de Jupiter; discuter les observations et en dé-* » *duire les constantes qu'elle renferme, et particulièrement celle qui fournit une* » *détermination directe de la vitesse de la lumière; enfin, construire des Tables* » *particulières pour chaque satellite.* »

---

(1) Le prix décerné pour la dernière fois en 1866 l'avait été avec jouissance pour trois années.

Le Bureau des Longitudes a publié successivement des Tables des satellites de Jupiter qui avaient été faites par deux de ses Membres, Delambre et Damoiseau. Les Tables de Delambre allaient jusqu'en 1839; elles ont été remplacées par celles de Damoiseau, qui ont paru en 1836 et qui s'arrêtent en 1880.

Les besoins de l'Astronomie et la publication des Éphémérides qui doivent paraître plusieurs années d'avance exigent donc que l'on refasse actuellement de nouvelles Tables des satellites, qui devront commencer avant 1880 et s'étendre suffisamment pour satisfaire à toutes les exigences de la science pendant un assez grand nombre d'années.

L'Académie adopte la proposition de la Commission.

Le prix consistera en une médaille d'or de la valeur de trois annuités ou de *deux mille trois cent dix francs.*

Les Ouvrages ont dû être parvenus au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1869.

PRIX PONCELET.

Par Décret en date du 22 août 1868, l'Académie a été autorisée à accepter la donation qui lui a été faite au nom du Général Poncelet par Mme veuve Poncelet, pour la fondation d'un prix annuel destiné à récompenser l'Ouvrage le plus utile aux progrès des Sciences mathématiques pures ou appliquées, publié dans le cours des dix années qui auront précédé le jugement de l'Académie.

Le Général Poncelet, plein d'affection pour ses Confrères et de dévouement aux progrès de la science, désirait que son nom fût associé d'une manière durable aux travaux de l'Académie et aux encouragements par lesquels elle excite l'émulation des savants. Mme veuve Poncelet, en fondant ce prix, s'est rendue l'interprète fidèle des sentiments et des volontés de l'illustre Géomètre.

Le prix consistera en une médaille d'or de la valeur de *deux mille francs.*

Les Mémoires ont dû être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1869.

PRIX A DÉCERNER EN 1870.

GRAND PRIX DES SCIENCES MATHÉMATIQUES.

QUESTION PROPOSÉE POUR 1853, REMPLACÉE PAR UNE AUTRE POUR 1861, REMISE A 1863, PUIS A 1865 ET ENFIN A 1867 ; NOUVELLE QUESTION PROPOSÉE POUR 1870 : REPRODUCTION DU PROGRAMME DE L'ANNÉE PRÉCÉDENTE.

La question mise au Concours pour 1867 n'ayant été le sujet que d'un seul Mémoire qui n'a pas été jugé digne du prix, la Commission a proposé de retirer cette question du Concours et de la remplacer par la suivante :

« *Rechercher expérimentalement les modifications qu'éprouve la lumière dans* » *son mode de propagation et ses propriétés, par suite du mouvement de la* » *source lumineuse et du mouvement de l'observateur.* »

L'Académie a adopté la proposition de la Commission.

Le prix consiste en une médaille d'or de la valeur de *trois mille francs.*

Les Mémoires devront être remis au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1870.

PRIX EXTRAORDINAIRE DE SIX MILLE FRANCS

SUR L'APPLICATION DE LA VAPEUR A LA MARINE MILITAIRE.

QUESTION PROPOSÉE POUR 1857, REMISE A 1859, PROROGÉE A 1862, PUIS A 1864, A 1866, A 1868 ET ENFIN A 1870.

Ce prix n'ayant pas été décerné en 1868, le Concours a été prorogé jusqu'à l'année 1870.

Les Mémoires, plans et devis devront être adressés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1870.

PRIX DU LEGS DALMONT.

Par son testament en date du 5 novembre 1863, feu M. Dalmont a mis à la charge de ses légataires universels de payer, tous les trois ans, à l'Académie des Sciences, une somme de *trois mille francs*, pour être remise à celui de MM. les Ingénieurs des Ponts et Chaussées en activité de service qui lui

aura présenté, à son choix, le meilleur travail ressortissant à l'une des Sections de cette Académie.

Ce prix triennal de *trois mille francs* sera décerné pendant la période de trente années, afin d'épuiser les *trente mille francs* légués à l'Académie et d'exciter MM. les Ingénieurs à suivre l'exemple de leurs savants devanciers, Fresnel, Navier, Coriolis, Cauchy, de Prony et Girard, et comme eux obtenir le fauteuil académique.

Un Décret impérial en date du 6 mai 1865 a autorisé l'Académie à accepter ce legs.

En conséquence, l'Académie annonce qu'elle décernera pour la seconde fois le prix fondé par feu M. Dalmont, dans sa séance publique de 1870.

PRIX PLUMEY.

Par un testament en date du 10 juillet 1859, feu M. J.-B. Plumey a légué à l'Académie des Sciences vingt-cinq actions de la Banque de France « pour les dividendes être employés chaque année, s'il y a lieu, en un prix à l'Auteur du perfectionnement des machines à vapeur ou de toute autre invention qui aura le plus contribué au progrès de la navigation à vapeur. »

En conséquence, l'Académie annonce qu'elle décernera, dans sa séance publique de 1870, une médaille de la valeur de *deux mille cinq cents francs* au travail le plus important qui lui sera soumis sur ces matières.

Les Mémoires devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1870.

PRIX A DÉCERNER EN 1871.

GRAND PRIX DE MATHÉMATIQUES.

QUESTION SUBSTITUÉE A CELLE PROPOSÉE POUR 1867 : REPRODUCTION DU PROGRAMME DE L'ANNÉE PRÉCÉDENTE.

(Commissaires : MM. Serret, Liouville, Chasles, Hermite, Ossian Bonnet rapporteur.)

La question proposée pour 1867 était énoncée en ces termes :

« *Apporter un progrès notable dans la théorie des surfaces algébriques.* »

Un seul Mémoire avait été envoyé au Concours, et la Commission a jugé

qu'il n'y avait pas lieu à décerner le prix. Sur sa proposition, l'Académie a retiré la question du Concours et l'a remplacée par la suivante :

« *Faire l'étude des équations relatives à la détermination des modules singuliers, pour lesquels la formule de transformation dans la théorie des fonctions elliptiques conduit à la multiplication complexe.* »

Le prix, qui consistera en une médaille d'or de *trois mille francs*, sera décerné dans la séance publique de l'année 1871. Les pièces de Concours devront être déposées au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin de la même année.

PRIX FOURNEYRON.

QRESTION PROPOSÉE POUR L'ANNÉE 1871.

(Commissaires : MM. Morin, Phillips, Piobert, Dupin, Combes rapporteur.)

L'Académie des Sciences a été autorisée par Décret du 6 novembre 1867, à accepter le legs qui lui a été fait par M. Benoît Fourneyron d'une somme de *cinq cents francs de rente* sur l'État français, pour la fondation d'un *prix de mécanique appliquée* à décerner tous les deux ans, le fondateur laissant à l'Académie le soin d'en rédiger le programme.

En conséquence, l'Académie décernera, pour la première fois, s'il y a lieu, dans la séance publique de l'année 1871, un prix de la valeur de *mille francs* à celui qui, depuis le 1er janvier 1868, aura apporté, au jugement de l'Académie, le perfectionnement le plus important à la construction ou à la théorie d'une ou plusieurs machines hydrauliques, motrices ou autres. La valeur des perfectionnements et la justesse des vues théoriques devront être confirmées par des expériences.

Les Mémoires, écrits en français ou en latin, devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1871.

SCIENCES PHYSIQUES.

PRIX A DÉCERNER EN 1869.

PRIX DE MÉDECINE ET DE CHIRURGIE POUR L'ANNÉE 1869.

QUESTION PROPOSÉE EN 1860 POUR 1866, ET REMISE A 1869 :
REPRODUCTION DU PROGRAMME DE 1867.

L'Académie propose comme sujet d'un prix de Médecine et de Chirurgie à décerner en 1869 la question suivante : *De l'application de l'électricité à la thérapeutique.*

Les concurrents devront :

1° Indiquer les appareils électriques employés, décrire leur mode d'application et leurs effets physiologiques;

2° Rassembler et discuter les faits publiés sur l'application de l'électricité au traitement des maladies, et en particulier au traitement des affections des systèmes nerveux, musculaire, vasculaire et lymphatique; vérifier et compléter par de nouvelles études les résultats de ces observations, et déterminer les cas dans lesquels il convient de recourir, soit à l'action des courants intermittents, soit à l'action des courants continus.

Le prix sera de la somme de *cinq mille francs.*

Les Ouvrages écrits en français ont dû être parvenus au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1869.

PRIX DE PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE,

FONDÉ PAR M. DE MONTYON.

Feu M. de Montyon ayant offert une somme à l'Académie des Sciences, avec l'intention que le revenu en fût affecté à un prix de Physiologie expérimentale à décerner chaque année, et le Gouvernement ayant autorisé cette fondation par une Ordonnance en date du 22 juillet 1818,

L'Académie annonce qu'elle adjugera une médaille d'or de la valeur de

sept cent soixante-quatre francs à l'ouvrage, imprimé ou manuscrit, qui lui paraîtra avoir le plus contribué aux progrès de la Physiologie expérimentale.

Le prix sera décerné dans la prochaine séance publique.

Les Ouvrages ou Mémoires présentés par les auteurs doivent être envoyés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin de chaque année.

PRIX DE MÉDECINE ET CHIRURGIE

ET

PRIX DIT DES ARTS INSALUBRES,

FONDÉ PAR M. DE MONTYON.

Conformément au testament de feu M. Auget de Montyon, et aux Ordonnances du 29 juillet 1821, du 2 juin 1825 et du 23 août 1829, il sera décerné un ou plusieurs prix aux auteurs des ouvrages ou des découvertes qui seront jugées les plus utiles à l'*art de guérir*, et à ceux qui auront trouvé les *moyens de rendre un art ou un métier moins insalubre*.

L'Académie a jugé nécessaire de faire remarquer que les prix dont il s'agit ont expressément pour objet des découvertes et inventions propres à perfectionner la médecine ou la chirurgie, ou qui diminueraient les dangers des diverses professions ou arts mécaniques.

Les pièces admises au Concours n'auront droit au prix qu'autant qu'elles contiendront une *découverte parfaitement déterminée*.

Si la pièce a été produite par l'auteur, il devra indiquer la partie de son travail où cette découverte se trouve exprimée : dans tous les cas, la Commission chargée de l'examen du Concours fera connaître que c'est à la découverte dont il s'agit que le prix est donné.

Les sommes qui seront mises à la disposition des auteurs des découvertes ou des ouvrages couronnés ne peuvent être indiquées d'avance avec précision, parce que le nombre des prix n'est pas déterminé; mais la libéralité du fondateur a donné à l'Académie les moyens d'élever ces prix à une valeur considérable, en sorte que les auteurs soient dédommagés des expériences ou recherches dispendieuses qu'ils auraient entreprises, et reçoivent des récompenses proportionnées aux services qu'ils auraient rendus, soit en prévenant ou diminuant beaucoup l'insalubrité de certaines professions, soit en perfectionnant les sciences médicales.

Conformément à l'Ordonnance du 23 août, outre les prix annoncés ci-dessus, il sera aussi décerné des prix aux meilleurs résultats des recherches entreprises sur les questions proposées par l'Académie, conséquemment aux vues du fondateur.

Les Ouvrages ou Mémoires présentés par les auteurs doivent être envoyés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin de chaque année.

PRIX BRÉANT.

Par son testament en date du 28 août 1849, feu M. Bréant a légué à l'Académie des Sciences une somme de *cent mille francs* pour la fondation d'un prix à décerner « à celui qui aura trouvé le moyen de guérir du choléra asiatique ou qui aura découvert les causes de ce terrible fléau (1). »

Prévoyant que ce prix de *cent mille francs* ne sera pas décerné tout de suite, le fondateur a voulu, jusqu'à ce que ce prix soit gagné, que l'intérêt du capital fût donné à la personne qui aura fait avancer la science sur la question du choléra ou de toute autre maladie épidémique, ou enfin que ce prix pût être gagné par celui qui indiquera le moyen de guérir radicalement les dartres ou ce qui les occasionne.

Les concurrents devront satisfaire aux conditions suivantes :

---

(1) Il paraît convenable de reproduire ici les propres termes du fondateur : « Dans l'état » actuel de la science, je pense qu'il y a encore beaucoup de choses à trouver dans la com- » position de l'air et dans les fluides qu'il contient : en effet, rien n'a encore été découvert » au sujet de l'action qu'exercent sur l'économie animale les fluides électriques, magnétiques » ou autres; rien n'a été découvert également sur les animalcules qui sont répandus en » nombre infini dans l'atmosphère, et qui sont peut-être la cause ou une des causes de cette » cruelle maladie.

» Je n'ai pas connaissance d'appareils aptes, ainsi que cela a lieu pour les liquides, à » reconnaître l'existence dans l'air d'animalcules aussi petits que ceux que l'on aperçoit dans » l'eau en se servant des instruments microscopiques que la science met à la disposition de » ceux qui se livrent à cette étude.

» Comme il est probable que le prix de *cent mille francs*, institué, comme je l'ai expliqué » plus haut, ne sera pas décerné de suite, je veux, jusqu'à ce que ce prix soit gagné, » que l'intérêt dudit capital soit donné par l'Institut à la personne qui aura fait avancer la » science sur la question du choléra ou de toute autre maladie épidémique, soit en donnant » de meilleures analyses de l'air, en y démontrant un élément morbide, soit en trouvant un » procédé propre à connaître et à étudier les animalcules qui jusqu'à présent ont échappé » à l'œil du savant, et qui pourraient bien être la cause ou une des causes de la maladie. »

1° Pour remporter le prix de *cent mille francs*, il faudra :

« *Trouver une médication qui guérisse le choléra asiatique dans l'immense* » *majorité des cas;* »

Ou

« *Indiquer d'une manière incontestable les causes du choléra asiatique, de* » *façon qu'en amenant la suppression de ces causes on fasse cesser l'épi-* » *démie ;* »

Ou enfin

« *Découvrir une prophylaxie certaine, et aussi évidente que l'est, par exemple,* » *celle de la vaccine pour la variole.* »

2° Pour obtenir le prix annuel, il faudra, par des procédés rigoureux, avoir démontré dans l'atmosphère l'existence de matières pouvant jouer un rôle dans la production ou la propagation des maladies épidémiques.

Dans le cas où les conditions précédentes n'auraient pas été remplies, le prix annuel pourra, aux termes du testament, être accordé à celui qui aura trouvé le moyen de guérir radicalement les dartres, ou qui aura éclairé leur étiologie.

Les Mémoires, imprimés ou manuscrits, doivent être parvenus au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1869.

PRIX CUVIER.

La Commission des souscripteurs pour la statue de Georges Cuvier ayant offert à l'Académie une somme résultant des fonds de la souscription restés libres, avec l'intention que le produit en fût affecté à un prix qui porterait le nom de *Prix Cuvier*, et qui serait décerné tous les trois ans à l'ouvrage le plus remarquable, soit sur le règne animal, soit sur la géologie, et le Gouvernement ayant autorisé cette fondation par une Ordonnance en date du 9 août 1839,

L'Académie annonce qu'elle décernera, dans la séance publique de 1870, un prix (sous le nom de *Prix Cuvier*) à l'ouvrage qui sera jugé le plus remarquable entre tous ceux qui auront paru depuis le 1er janvier 1866 jusqu'au 31 décembre 1869, soit sur le règne animal, soit sur la géologie.

Ce prix consistera en une médaille d'or de la valeur de *quinze cents francs*.

PRIX BORDIN.

QUESTION SUBSTITUÉE EN 1866 A CELLE QUI AVAIT ÉTÉ PRÉCÉDEMMENT PROPOSÉE CONCERNANT LA STRUCTURE DES TIGES DES VÉGÉTAUX : REPRODUCTION DU PROGRAMME DES DEUX ANNÉES PRÉCÉDENTES.

(Commissaires : MM. Milne Edwards, Boussingault, Bernard, Decaisne, Brongniart rapporteur.)

« *Étudier le rôle des stomates dans les fonctions des feuilles.* »

L'Académie, en proposant cette question, désire que, par des recherches expérimentales et par des observations anatomiques sur les plantes soumises aux expériences, les concurrents cherchent à déterminer le rôle que les stomates jouent dans les phénomènes de respiration diurne ou nocturne, d'exhalation ou d'absorption aqueuse dont les feuilles sont le siége principal dans les plantes.

Les Mémoires (manuscrits ou imprimés) devaient, ainsi que l'annonçait le programme des deux années précédentes, être parvenus au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1869, et porter le nom de leur auteur, afin que les expériences pussent au besoin être répétées par lui sous les yeux de la Commission.

PRIX BORDIN.

QUESTION PROPOSÉE EN 1866 POUR 1869 : REPRODUCTION DU PROGRAMME DES DEUX ANNÉES PRÉCÉDENTES.

(Commissaires : MM. Milne Edwards, Brongniart, Decaisne, Blanchard, de Quatrefages rapporteur.)

Le prix sera décerné à la meilleure *monographie d'un animal invertébré marin*.

En formulant son programme dans les termes qui précèdent, l'Académie entend laisser aux concurrents le plus de latitude possible dans le choix du sujet à traiter. Toutefois elle doit faire remarquer qu'au point où en est aujourd'hui la science, l'étude de tous les Invertébrés marins est loin de présenter le même intérêt. Parmi les groupes sur lesquels elle croit devoir appeler plus particulièrement l'attention des naturalistes, on doit compter entre autres les Acalèphes parmi les Rayonnés, les Crustacés inférieurs et surtout les Lernées parmi les Articulés.

Quelle que soit l'espèce sur laquelle s'arrêtera le choix des concurrents,

elle devra, autant que possible, être étudiée au point de vue anatomique, histologique, physiologique et embryogénique.

Le prix consistera en une médaille d'or de la valeur de *trois mille francs*.

Les Mémoires (manuscrits) devaient, ainsi que l'annonçaient les programmes des années précédentes, être parvenus au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1869.

Les noms des auteurs doivent être contenus dans des billets cachetés qui ne seront ouverts que si la pièce est couronnée.

PRIX JECKER.

Par un testament, en date du 13 mars 1851, feu M. le Dr Jecker a fait à l'Académie un legs destiné à *accélérer les progrès de la Chimie organique*.

En conséquence, l'Académie annonce qu'elle décernera, dans sa séance publique de 1869, un ou plusieurs prix aux travaux qu'elle jugera les plus propres à hâter le progrès de cette branche de Chimie.

PRIX BARBIER.

Feu M. Barbier, ancien Chirurgien en chef de l'hôpital du Val-de-Grâce, a légué à l'Académie des Sciences une rente de *deux mille francs*, destinée à la fondation d'un prix annuel « pour celui qui fera une découverte pré-
» cieuse dans les sciences chirurgicale, médicale, pharmaceutique, et dans
» la botanique ayant rapport à l'art de guérir. »

Les Mémoires ont dû être remis au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1869.

PRIX GODARD.

Par un testament, en date du 4 septembre 1862, feu M. le Dr Godard a légué à l'Académie des Sciences « le capital d'une rente de *mille francs*,
» trois pour cent, pour fonder un prix qui, chaque année, sera donné au
» meilleur Mémoire sur l'anatomie, la physiologie et la pathologie des
» organes génito-urinaires. Aucun sujet de prix ne sera proposé.

» Dans le cas où une année le prix ne serait pas donné, il serait ajouté
» au prix de l'année suivante. »

En conséquence, l'Académie annonce que ce prix sera décerné, dans sa séance publique de 1869, au travail qui remplira les conditions prescrites par le donateur.

Les Mémoires ont dû être parvenus au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1869.

PRIX SAVIGNY,

FONDÉ PAR Mlle LETELLIER.

Un Décret impérial, en date du 20 avril 1864, a autorisé l'Académie des Sciences à accepter la donation qui lui a été faite par Mlle Letellier, au nom de Savigny, d'une somme de *vingt mille francs* pour la fondation d'un prix en faveur des jeunes zoologistes voyageurs.

« Voulant, dit la testatrice, perpétuer, autant qu'il est en mon pouvoir » de le faire, le souvenir d'un martyr de la science et de l'honneur, je » lègue à l'Institut de France, Académie des Sciences, Section de Zoologie, » *vingt mille francs* au nom de Marie-Jules-César Le Lorgne de Savigny, » ancien Membre de l'Institut d'Égypte et de l'Institut de France, pour » l'intérêt de cette somme de *vingt mille francs* être employé à aider les » jeunes zoologistes voyageurs qui ne recevront pas de subvention du » Gouvernement et qui s'occuperont plus spécialement des animaux sans » vertèbres de l'Égypte et de la Syrie. »

PRIX DESMAZIÈRES.

Par son testament olographe, en date du 14 avril 1855, M. Baptiste-Henri-Joseph Desmazières, demeurant à Lambersart, près Lille, a légué à l'Académie des Sciences un capital de *trente-cinq mille francs*, devant être converti en rentes 3 pour 100, et à servir à fonder un prix annuel pour être décerné « à l'auteur, français ou étranger, du meilleur ou du plus utile écrit, publié dans le courant de l'année précédente, sur tout ou partie de la Cryptogamie. »

Conformément aux stipulations ci-dessus, un prix de *seize cents francs* sera décerné, dans la séance publique de l'année 1869, à l'ouvrage ou au Mémoire jugé le meilleur parmi ceux publiés dans l'intervalle de temps écoulé depuis le précédent concours, et qui auront été adressés à l'Académie avant le 1er juin 1869.

PRIX THORE.

Par son testament olographe, en date du 3 juin 1863, M. François-Franklin Thore, demeurant à Dax, a légué à l'Académie des Sciences une inscription de rente 3 pour 100 de *deux cents francs*, pour fonder un prix annuel à décerner « à l'auteur du meilleur Mémoire sur les Cryptogames cellulaires d'Europe (Algues fluviatiles ou marines, Mousses, Lichens ou Champignons), ou sur les mœurs ou l'anatomie d'une espèce d'Insectes d'Europe. »

Ce prix, attribué alternativement aux travaux sur les Cryptogames cellulaires d'Europe et aux recherches sur les mœurs ou l'anatomie d'un Insecte, sera décerné, en 1869, au meilleur travail, manuscrit ou imprimé, parmi ceux qui auront été adressés à l'Académie avant le 1er juin 1869, sur un sujet relatif aux Cryptogames cellulaires d'Europe.

PRIX A DÉCERNER EN 1870.

GRAND PRIX DES SCIENCES PHYSIQUES.

QUESTION PROPOSÉE EN 1867 POUR 1870 : REPRODUCTION DU PROGRAMME DE L'ANNÉE PRÉCÉDENTE.

(Commissaires : MM. Boussingault, Cl. Bernard, Brongniart, Chevreul, Milne Edwards rapporteur.)

« *Histoire des phénomènes génésiques qui précèdent le développement de* » *l'embryon chez les animaux dioïques dont la reproduction a lieu sans accou-* » *plement.* »

Depuis quelques années le mode de reproduction des pucerons et des autres animaux dits *parthénogénésiques* a été l'objet de recherches nombreuses, mais les naturalistes ne sont pas d'accord sur plusieurs des points les plus importants de l'histoire de cette fonction. L'Académie désirerait que l'on en fît une étude plus approfondie, et que l'on déterminât s'il existe, ou non, chez les femelles qui se multiplient sans accouplement préalable,

quelque phénomène analogue à la fécondation déterminée d'ordinaire par l'action des spermatozoïdes sur l'œuf.

Les Mémoires, manuscrits ou imprimés et rédigés en français, devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1870.

PRIX BORDIN.

QUESTION PROPOSÉE EN **1867** POUR **1870** : REPRODUCTION DU PROGRAMME DE L'ANNÉE PRÉCÉDENTE.

(Commissaires : MM. Boussingault, Cl. Bernard, Brongniart, Chevreul, Milne Edwards rapporteur.)

« *Anatomie comparée des Annélides.* »

Il existe encore beaucoup de lacunes dans l'histoire anatomique des Annélides marins, particulièrement dans ce qui est relatif aux organes de la génération. L'Académie demande une étude approfondie et comparative de la structure intérieure d'un certain nombre de ces animaux appartenant aux différentes familles naturelles les plus importantes. Elle désire que les descriptions soient toutes accompagnées de figures faites d'après nature.

Les Mémoires, manuscrits ou imprimés et rédigés en français, doivent être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1870.

PRIX A DÉCERNER EN 1871.

GRAND PRIX DES SCIENCES PHYSIQUES,

PROPOSÉ EN **1868** POUR **1871**.

(Commissaires : MM. Brongniart, Edwards, Boussingault, Dumas, Decaisne rapporteur.)

La Commission désignée pour proposer le sujet du Grand Prix des Sciences naturelles qui devait être décerné en 1869 a adopté :

L'Étude de la Fécondation dans la classe des Champignons.

Les Auteurs rechercheront les organes à l'aide desquels s'opère la fécondation, soit dans le groupe des Basidiosporés, soit dans celui des Théca-

sporés, sur lesquels on ne possède encore que des notions fort incomplètes.

Les Mémoires, écrits en latin ou en français, devront être accompagnés de dessins explicatifs.

Le prix consistera en une médaille d'or de *trois mille francs*.

L'Académie proroge ce concours à 1871.

Les pièces de concours devront être déposées au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1871.

PRIX DE LA FONS-MÉLICOCQ.

Feu M. de la Fons Mélicocq a légué à l'Académie des Sciences, par testament en date du 4 février 1866, une rente de *trois cents francs, trois pour cent*, qui devra être accumulée, et « servira à la fondation d'un prix qui sera décerné tous les trois ans au meilleur *Ouvrage de botanique sur le nord de la France*, c'est-à-dire *sur les départements du Nord, du Pas-de-Calais, des Ardennes, de la Somme, de l'Oise et de l'Aisne.* »

L'Académie décernera ce prix, qui consiste en une médaille de la valeur de *neuf cents francs*, dans sa séance publique de 1871, au meilleur ouvrage manuscrit ou imprimé remplissant les conditions stipulées par le testateur.

Le terme du Concours est fixé au 1er juin 1871.

PRIX BORDIN,

PROPOSÉ EN 1868 POUR 1871.

(Commissaires : MM. Milne Edwards, Brongniart, Becquerel, Coste, Élie de Beaumont rapporteur.)

« *Faire connaître les ressemblances et les différences qui existent entre les pro-*
» *ductions organiques de toute espèce des pointes australes des trois continents de*
» *l'Afrique, de l'Amérique méridionale et de l'Australie, ainsi que des terres*
» *intermédiaires, et les causes qu'on peut assigner à ces différences.* »

On comprendra dans le travail les êtres marins qui peuplent les côtes des trois continents et les fossiles qui y ont été découverts.

On se bornera à l'étude des parties des trois continents qui sont situés au sud du 25e parallèle de latitude australe, et, sans faire une étude nou-

velle des climats déjà connus des trois régions, on s'attachera essentiellement à constater l'influence des constitutions météorologiques que leur assignent les observations recueillies par les différents voyageurs qui s'en sont occupés; on devra surtout tenir compte des effets qu'on sait déjà être produits par les courants marins (*voir* la Note de M. Becquerel).

On indiquera les conséquences que peuvent avoir, pour les théories paléontologiques, les résultats auxquels on sera arrivé.

L'Académie désirerait que la question fût traitée d'une manière complète, mais elle pourrait se contenter d'une solution partielle qui se bornerait soit aux végétaux, soit aux animaux, soit même à une partie du règne animal, par exemple aux vertébrés ou aux invertébrés. L'Académie n'hésite même pas à déclarer qu'elle préférerait une solution partielle, mais approfondie, à une autre qui serait plus générale et en même temps plus superficielle.

NOTE DE M. BECQUEREL.

Remarques sur la situation géographique et l'état climatérique des pointes les plus saillantes des continents dans l'hémisphère austral.

Cap Horn : Lat., 55° 28′ 50″; temp. moy., 5 degrés.
Cap de Bonne-Espérance : Lat., 33° 55′; temp. moy., 19°,40.
Cap le plus méridional de l'Australie : Lat., 39 degrés; temp. moy., 10 degrés.
Côte ouest de l'Amérique : Lat., 20 degrés; temp. moy., 19°,40.

Influence des courants marins sur les climats.

Le pôle austral est le point de départ de trois courants d'eau froide.

Le courant central vient frapper la côte occidentale de l'Amérique du Sud, vers le 40e dégré de latitude; là il se partage en deux branches. La branche qui se dirige vers le sud côtoie la Patagonie, tourne le cap Horn; venant des basses latitudes, elle réchauffe toutes ces côtes. Celle qui remonte vers le nord côtoie le Chili et le Pérou et adoucit le climat de ces contrées, voisines de l'équateur, dont la température est plus élevée que la sienne, et qui, comme on sait, est très-différent de celui du Brésil, à latitude égale.

Il résulte de l'influence exercée par ces deux courants sur la température de l'air, dans les lieux qui ne sont pas sous la même latitude, que la végétation présente les mêmes caractéres au Chili qu'à la Terre-de-Feu et que les colibris se trouvent depuis le Chili jusqu'au cap Horn.

Le second courant austral d'eau froide, situé à l'ouest du précédent, vient frapper la côte occidentale de la Nouvelle-Hollande et se partage en deux branches. L'une se dirige vers le sud, où elle côtoie le cap le plus méridional qu'elle réchauffe, venant d'une basse latitude. L'autre branche remonte vers le nord, en côtoyant la Nouvelle-Hollande, dont elle refroidit la côte, venant de hautes latitudes; vers les îles de la Sonde, elle va rejoindre le grand océan Équinoxial, se dirige vers le sud, entre l'Afrique et Madagascar, contourne le cap de Bonne-Espérance, où elle est considérée comme courant d'eau chaude; aussi sa température

moyenne est-elle de 19°,1, sous une latitude de 33°,5, tandis que l'on rencontre cette même température, sous la latitude de 20 degrés, sur la côte occidentale de l'Amérique du Sud, dont la température est rafraîchie par le courant d'eau froide provenant de la branche centrale du courant polaire, qui vient heurter les côtes du Chili.

La température moyenne étant la même au cap de Bonne-Espérance que sur la côte occidentale de l'Amérique du Sud, à des latitudes bien différentes (33°,55 et 20 degrés), cette différence dépend de ce que le cap de Bonne-Espérance est côtoyé par un courant d'eau chaude, tandis que la côte ouest de l'Amérique l'est par un courant d'eau froide.

Les courants marins doivent donc être mis au nombre des causes qui influent sur la faune et la flore des parties les plus méridionales des continents.

M. de Humboldt dit, dans son *Asie centrale*, t. III, p. 178 : « Dans l'hémisphère austral, les extrémités pyramidales des continents qui se prolongent inégalement vers le pôle sud offrent le climat des îles. Des étés d'une température très-basse sont suivis, au moins jusqu'aux 48e et 50e degrés de latitude, d'hivers peu rigoureux; d'où il résulte que les formes végétales de la zone torride, les fougères en arbre et les belles orchidées parasites, peuvent avancer au sud jusque vers le 38e et le 46e degré de lat. aust., tandis que, dans l'hémisphère boréal, les fougères en arbre et les orchidées ne dépassent pas le tropique du Cancer, etc., etc. »

Le prix consistera en une médaille d'or de la valeur de *trois mille francs*.

Les Mémoires manuscrits devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1871.

Les noms des auteurs seront renfermés dans des billets cachetés qui ne seront ouverts que si la pièce est couronnée.

PRIX A DÉCERNER EN 1872.

PRIX SERRES.

Feu M. Serres, Membre de l'Institut, a légué à l'Académie des Sciences une somme de *soixante mille francs*, *trois pour cent*, pour l'institution d'un *prix triennal « sur l'embryologie générale appliquée autant que possible à la physiologie et à la médecine. »*

Un Décret en date du 19 août 1868 a autorisé l'Académie à accepter ce legs ; en conséquence, elle propose de décerner pour la première fois un prix de la valeur de *sept mille cinq cents francs*, dans sa séance publique de

l'année 1872, au meilleur ouvrage qu'elle aura reçu sur cette importante question.

Les Mémoires devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1872.

PRIX A DÉCERNER EN 1873.

PRIX MOROGUES.

REPRODUCTION DU PROGRAMME DES DEUX ANNÉES PRÉCÉDENTES.

Feu M. de Morogues a légué, par son testament en date du 25 octobre 1834, une somme de *dix mille francs*, placée en rentes sur l'État, pour faire l'objet d'un prix à décerner *tous les cinq ans*, alternativement : par l'Académie des Sciences Physiques et Mathématiques, à *l'ouvrage qui aura fait faire le plus grand progrès à l'agriculture en France*, et par l'Académie des Sciences Morales et Politiques, au *meilleur ouvrage sur l'état du paupérisme en France et le moyen d'y remédier*.

Une Ordonnance en date du 26 mars 1842 a autorisé l'Académie des Sciences à accepter ce legs.

L'Académie annonce qu'elle décernera ce prix, en 1873, à l'ouvrage remplissant les conditions prescrites par le donateur.

Les Ouvrages, *imprimés et écrits en français*, devront être déposés au Secrétariat de l'Institut avant le 1er juin 1873.

CONDITIONS COMMUNES A TOUS LES CONCOURS.

Les concurrents, pour tous les prix, sont prévenus que l'Académie ne rendra aucun des ouvrages envoyés aux Concours; les auteurs auront la liberté d'en faire prendre des copies au Secrétariat de l'Institut.

Par une mesure générale prise en 1865, l'Académie a décidé que la clôture des Concours pour tous les prix qu'elle propose aurait lieu à la même époque de l'année, et le terme a été fixé au *premier juin*.

LECTURE.

M. **Élie de Beaumont** lit l'Éloge historique de **Louis Puissant**.

É. D. B. et D.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 21 JUIN 1869.

PRÉSIDENCE DE M. CLAUDE BERNARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Examen de la discussion soulevée au sein de l'Académie des Sciences au sujet de la découverte de l'attraction universelle; par* **M. Le Verrier.** (Extrait par l'auteur.)

» L'Académie des Sciences de l'Institut de France choisit huit de ses Membres titulaires parmi les savants les plus justement renommés dans le monde entier. Ces illustres étrangers, devenus nos confrères, jouissent des mêmes droits que les Membres regnicoles; ils ont voix délibérative dans les questions scientifiques. La haute situation de nos Associés, l'importance exceptionnelle que l'Académie porte à leur choix, et la faveur qui s'y attache à l'étranger font de cette règle de notre institution, l'un de nos plus précieux priviléges. Ainsi se trouve consacrée l'action de l'Académie sur la science dans tous les pays civilisés du globe.

» L'Académie n'a pas toujours joui de ce privilége. Lorsqu'il lui fut concédé, en 1699, elle s'empressa d'en faire le premier emploi en s'associant Newton. Nos devanciers lui écrivaient : Vous êtes par là, Monsieur, devenu nostre; et votre gloire est désormais celle notre Société.

» C'est à ce titre qu'en l'année 1727, Newton étant mort, son éloge fut lu

dans cette enceinte, par le Secrétaire perpétuel de l'Académie, Fontenelle. Rappelons deux passages de cet éloge (1):

» Pour apprendre les Mathématiques, il (Newton) n'étudia point Euclide, » qui lui parut trop clair, trop simple, indigne de lui prendre du temps; il le » sçavoit presque avant de l'avoir lû, et un coup d'œil sur l'énoncé des » Théorêmes les lui démontroit. Il sauta tout d'un coup à des Livres tels que » la Géométrie de Descartes, et les Optiques de Kepler. On pourroit lui » appliquer ce que Lucain a dit du Nil, dont les anciens ne connoissoient » point la source, *Qu'il n'a pas été permis aux hommes de voir le Nil foible et* » *naissant* (2).

» En 1687 M. Neuton se résolut enfin à se dévoiler, et à révéler ce qu'il » étoit : les *Principes Mathématiques de la Philosophie Naturelle* parurent. » Ce Livre, où la plus profonde Géométrie sert de base à une Phisique toute » nouvelle, n'eut pas d'abord tout l'éclat qu'il méritoit et qu'il devoit avoir » un jour. Comme il est écrit très-sçavamment, que les paroles y sont fort » épargnées, qu'assés souvent les conséquences y naissent rapidement des » principes, et qu'on est obligé à suppléer de soi-même tout l'entre-deux, il » falloit que le Public eût le loisir de l'entendre. Les grands Géomètres n'y » parvinrent qu'en l'étudiant avec soin, les médiocres ne s'y embarquèrent » qu'excités par le témoignage des grands, mais enfin quand le Livre fut » suffisamment connu, tous ces suffrages, qu'il avoit gagnés si lentement, » éclatèrent de toutes parts, et ne formèrent qu'un cri d'admiration. »

» Fontenelle et les académiciens qui l'applaudissaient ne prévoyaient certes pas que cent quarante ans plus tard la contradiction s'élèverait vive, ardente, et que, dans la même enceinte, les droits de Newton seraient contestés. En s'appuyant sur des documents d'une origine inconnue, qui

---

(1) *Histoire de l'Académie*, pour 1727, p. 151 et 154.

(2) Nous avons reproduit ce premier passage de l'éloge de Newton par Fontenelle, en raison d'une réponse de M. Chasles à M. Faugère, dans laquelle on lit ce qui suit : « Fontenelle, dans l'éloge de Newton, s'était borné à dire qu'on pourrait lui appliquer ce que » Lucain a dit du Nil, *dont les anciens ne connaissaient point la source*, sorte d'énigme ou » d'épigramme dont on avait perdu le sens, etc..... » Le lecteur peut voir qu'il n'y a ni énigme, ni épigramme dans la phrase de Fontenelle et que c'est à tort que M. Chasles l'invoque pour corroborer ce qu'il dit ensuite. Elle se rapporte uniquement aux premières études de Newton, et il n'y a aucune application à en faire à une prétendue source mystérieuse de ses découvertes. (*Voir* la réponse de M. Chasles à l'ouvrage de M. Faugère intitulé : *Défense de B. Pascal, etc.*, br. in-4°, p. 16.)

s'étayent les uns les autres, mais sont contredits par toutes les pièces authentiques, on entreprend aujourd'hui de bouleverser l'histoire de la science, de faire descendre à Newton, à Huyghens, plusieurs degrés du piédestal où leurs contemporains les ont placés. Ce serait, assure-t-on, dans l'intérêt de la gloire de Pascal et de celle de Galilée; mais ces grands hommes sont assez riches de leur propre fonds, sans qu'il faille leur rien attribuer aux dépens de la justice et de la vérité.

» Il ne s'agit point d'ailleurs d'une question de susceptibilité nationale. « La découverte de la gravitation, dit le P. Secchi au nom de l'Italie, intéresse tout le genre humain, désireux de savoir comment l'intelligence de l'homme est arrivée à découvrir une si grande vérité » (1).

» L'Académie des Sciences ne pouvait rester indifférente en face d'un pareil conflit. Dès qu'il fut élevé, elle chargea de s'en occuper une Commission spéciale, qui ne put remplir son mandat dans les conditions qu'on voulait lui faire. La situation a depuis lors changé. Un grand nombre de pièces ont été publiées, la controverse s'est produite de toutes parts, et l'on a désormais des moyens suffisants d'asseoir une opinion définitive. C'est l'examen scrupuleux de ces pièces, le résumé de ces débats, que nous nous proposons de porter devant l'Académie, afin d'arriver à une conclusion dont la vérité paraîtra, nous le croyons, solidement établie.

» Notre intention est de nous limiter aux intérêts astronomiques; ainsi restreinte, la discussion sera encore assez complexe. Elle s'est, en effet, déroulée pendant deux années devant l'Académie et se trouve éparse dans quatre volumes de nos *Comptes rendus*, dont elle occupe plus de quatre cents pages. Souvent les mêmes questions ont été reprises à plusieurs fois; et ce n'est que par une étude attentive, et en éliminant toute la polémique, qu'il a été possible de classer et de juger les faits sérieux.

» Dans un court historique, nous précisons l'état présent du débat.

» Nous traitons ensuite de quelques questions qui, n'étant pas astronomiques, doivent cependant avoir été suffisamment instruites pour prononcer sur les faits scientifiques. Plusieurs d'entre elles présentent des circonstances qui seront considérées, par les esprits les plus judicieux, comme décisives.

» L'examen des points de science terminera notre étude.

---

(1) Lettura fatta alla Pontifica Accademia Tiberina nella tornata del Giorno 27 Gennaio 1868.

I. — ÉTAT PRÉSENT DE LA QUESTION EN LITIGE (1).

« Je ne ferai pas à l'Académie la lecture complète d'un Chapitre qu'elle connaît trop bien, écrit seulement pour ceux qui n'assistent pas à nos séances. Il me suffira de rappeler, afin de les préciser, les points qui devront être soumis à une discussion approfondie.

» Dans la séance du 15 juillet 1867, M. Chasles présentait une suite de pièces manuscrites attribuées à Pascal. L'une d'elles, adressée à Boyle, sous la date du 8 may 1652, porte ce qui suit :

« ... J'ay... un bon nombre d'observations de toutes sortes dont per-
» sonne n'a encore parlé, et partant eu connaissance, *tant sur l'attraction*
» *et de ses lois avec les phénomènes.* Je viens vous en faire part... PASCAL
» (LXV, 91). »

» Dans une lettre du 2 septembre (1652 ou 1653), Pascal aurait écrit :

« Dans les mouvements célestes, la force agissant en raison directe des
» masses et en raison inverse du quarré de la distance sufit à tout et four-
» nit des raisons pour expliquer toutes ces grandes révolutions qui animent
» l'univers... PASCAL (LXV, 92). »

» Pascal enfin aurait donné les valeurs des masses de Jupiter, de Saturne et de la Terre, en employant à cet effet les durées des révolutions et les valeurs des plus grandes élongations héliocentriques des satellites de ces planètes (LXV, 93).

» Une communication si inattendue de pièces si extraordinaires suscita dès la séance suivante, 22 juillet (LXV, 121 à 125), des objections sérieuses qui devaient s'accentuer de plus en plus avec le temps.

» Pascal affirmerait, disait-on, que *la force en raison directe des masses et en raison inverse du quarré de la distance sufit à tout*... Mais, comment aurait-il pu reconnaître qu'une pareille force ferait décrire des ellipses ayant le Soleil pour foyer? L'expression de la force centrifuge, indispensable pour cette démonstration, ne lui était pas connue (LXV, 121, 123).

» Un premier satellite de Saturne n'a été découvert qu'en 1655; Pascal n'a pu faire usage des observations de ce satellite pour la détermination de la masse de la planète (LXV, 124).

(1) J'indiquerai avec un grand soin toutes les sources auxquelles je puiserai, afin que le lecteur puisse y recourir. Ayant à renvoyer fréquemment aux *Comptes rendus*, je le ferai, pour abréger, par des nombres placés entre parenthèses, dont le premier indiquera le numéro du volume, tandis que les suivants indiqueront les pages. Ainsi (LXV, 121, 123) signifie *Comptes rendus*, tome LXV, pages 121 et 123.

» La masse attribuée à Jupiter sous l'autorité de Pascal est celle qui a été calculée par Laplace dans la *Mécanique céleste*, en partant des mesures des élongations du quatrième satellite, dues à Pound (LXV, 125).

» M. Chasles répliquait aussitôt que Pascal connaissait l'expression de la force centrifuge (LXV, 125, 134); et, entrant dès lors dans la voie qu'il a constamment suivie depuis, il prétendait établir sa thèse par la production de pièces manuscrites et inédites, de même origine que les premières, sujettes dès lors aux mêmes objections. Mais n'anticipons pas sur la discussion.

» *Quarante-neuf* NOTES sont en conséquence communiquées dans la séance du 22 juillet et insérées textuellement au *Compte rendu*. « Voici ces » *Notes*, dit M. Chasles, toutes écrites sur des feuillets différents, et ne portant aucunes marques qui puissent indiquer dans quel ordre elles se sont » présentées à l'esprit de Pascal (LXV, 125). »

» L'ordre sera rétabli plus tard, comme on le verra, pour une grande partie de ces petites pièces et d'une façon très-significative.

» Parmi elles figure une Note relative au calcul de la valeur de la force centrifuge à l'équateur de la Terre (LXV, 134). Sans aucun doute, le calcul de la variation de la gravité du pôle à l'équateur aurait exigé, comme la détermination de l'ellipse planétaire, la connaissance de l'expression exacte de la force centrifuge. Mais il est trop clair que les deux pièces relatives à ces deux propositions, pièces de même origine, ne peuvent pas se certifier l'une l'autre, et qu'un *faussaire* qui aurait copié l'une d'elles quelque part aurait bien pu en copier une seconde, ou même plusieurs autres.

» Dès le 29 juillet, M. Chasles, revenant sur les objections qui lui ont été présentées, fait remarquer qu'il n'a point jusqu'ici prononcé le nom de Newton; mais il croit que les faits qu'il a voulu établir sont parfaitement constatés par les Lettres et les Notes qu'il a produites. Toutefois, notre confrère se propose de montrer qu'il y a eu des relations fréquentes et directes entre Pascal et Newton. Il en tire la preuve d'un nombre extrêmement considérable de pièces qu'il possède, savoir : une correspondance de dix années entre Pascal et Newton; des Lettres de Pascal à Boyle, à Hooke, à Gassendi, à Mme Périer, au P. Mersenne, à Arnauld, à Nicole, à Hamon, à Descartes, à la reine Christine, à Labruyère....; des Lettres de Newton à Rohault, à Mariotte, à Clerselier, à Malebranche, à Mme Périer, à l'abbé Périer, à l'abbé de Vallemont..., etc. (LXV, 187).

» Douze de ces pièces sont imprimées au *Compte rendu* (LXV, 189). Elles prouveraient, suivant M. Chasles, que Pascal aurait envoyé à Newton à

diverses reprises des quantités de Notes, réflexions et pensées touchant les sciences, les phénomènes des mouvements célestes, les lois de l'attraction, et même en 1658 un écrit touchant l'astronomie physique.

» L'illusion n'est plus permise. Si jusque-là on avait pu croire que les droits de priorité de Newton à la découverte de l'attraction universelle étaient seuls en cause, il devient évident que M. Chasles entend aller plus loin et qu'il accuse résolument Newton d'avoir connu les lois de l'attraction par des Lettres inédites de Pascal et d'avoir ravi sciemment au géomètre français la gloire qui lui appartenait et que nous devons aujourd'hui lui restituer. On sait que les affirmations ultérieures de M. Chasles sont loin d'avoir rien atténué de la gravité de cette accusation.

» L'émotion qu'avait produite la première communication de notre confrère s'accrut dès lors, et les objections se développèrent à leur tour.

» La difficulté relative au satellite de Saturne fut reprise. La découverte de ce satellite a été faite par Huyghens au mois de mars 1655. Trois mois après, il en fit part à différents astronomes par l'envoi d'un anagramme dont toutefois il ne tarda pas à donner la solution à Gassendi et à d'autres savants français. Mais ce ne fut que plusieurs années après qu'il se trouva en possession de la valeur véritable de la durée de la révolution dont Pascal aurait dû faire usage dans le calcul de la masse de Saturne. Les résultats obtenus par Huyghens furent publiés en 1659 dans le *Systema Saturnium*.

» On concluait de là qu'en se plaçant dans l'hypothèse la plus favorable, celle où Pascal aurait eu une connaissance anticipée des résultats publiés en 1659 par Huyghens, ce ne serait que vers l'année 1657 environ qu'il aurait pu faire le calcul qu'on lui attribue (LXV, 124, 573).

» M. Chasles commença par donner son assentiment à ces vues et il pensa qu'il répondait d'une manière satisfaisante en produisant diverses Lettres attribuées à Pascal; Lettres datées des 2 décembre 1657 et 22 novembre 1658, et faisant mention de l'envoi à Newton de *Notes*, *réflexions et pensées*, et même d'un *escrit touchant l'astronomie physique* (LXV, 190). « Une partie de » ces Notes, dit M. Chasles, peuvent se trouver parmi les cinquante et plus » insérées dans les *Comptes rendus* des séances des 15 et 22 juillet; de sorte » que Pascal a pu se servir du mouvement du second satellite de Saturne, » connu en 1655 seulement, pour calculer la masse de cette planète, de » même qu'il a calculé la masse de Jupiter et de la Terre (LXV, 194, 539). »

» Mais on tirait de cette date une nouvelle objection :

» M^me^ Périer, sœur de Pascal, qui a écrit une relation de la vie de son frère, s'exprime ainsi : « Voilà comment il a passé cinq ans de sa vie,

» depuis trente ans jusqu'à trente-cinq : travaillant sans cesse pour Dieu, » pour le prochain, et pour lui-même, en tâchant de se perfectionner de » plus en plus; et on pouvait dire en quelque façon que c'est tout le temps » qu'il a vécu; car les quatre années que Dieu lui a données après n'ont » été qu'une continuelle langueur. Ce n'était pas proprement une maladie » qui fût venue nouvellement, mais un redoublement des grandes indis- » positions où il avait été sujet dès sa jeunesse. » (*Lettres et Opuscules de Mme Périer,...* par M. Faugère; 1845.)

» En même temps et parallèlement se déroulait un autre débat, auquel le Directeur de l'Observatoire de Glascow, M. Grant, a pris une grande part.

» Les nombres donnés sous le nom de Pascal, pour les rapports des masses des trois planètes Jupiter, Saturne et la Terre à la masse du Soleil, sont identiques dans tous leurs chiffres aux nombres donnés par Newton dans la troisième édition du livre des *Principes* (LXV, 555, 575). Cette triple coïncidence forcerait à admettre que Pascal aurait eu connaissance, non plus seulement des formules par lesquelles on détermine les masses des planètes accompagnées de satellites, mais encore des données qui entrent dans ces formules, savoir : les valeurs des élongations héliocentriques et les durées des révolutions des satellites, ce qui implique la détermination de la valeur de la parallaxe solaire, cet élément si délicat. Bien plus, il eût fallu que ces données fussent identiques elles-mêmes à celles sur lesquelles Newton s'est basé en 1726.

» Et ce n'est pas tout encore, les densités des mêmes planètes et les valeurs de la gravité à leur surface, rapportées dans les Notes attribuées à Pascal, sont identiques aux nombres donnés pour ces quantités par Newton, ce qui exigerait que Pascal eût connu aussi les diamètres apparents du Soleil, de Jupiter et de Saturne (LXV, 572, 576).

» Or, d'une part, on connaît parfaitement la source authentique des nombres dont Newton s'est servi ; ils sont dus aux déterminations des astronomes, ses contemporains. De l'autre, Pascal n'avait à sa disposition, à tous ces égards, que des nombres fautifs. Les diamètres des planètes et les élongations des satellites surtout n'ont pu être mesurés avec précision qu'après les grands progrès faits dans l'Astronomie d'observation dans la seconde moitié du XVIIe siècle. Si l'on veut que ce soit Pascal qui ait déterminé des nombres exacts que les astronomes de son époque ne connaissaient pas, si l'on veut faire de lui un très-grand astronome observateur, il faudrait dire de quels instruments, de quels procédés d'observation il faisait usage. Car comment croire que de ses découvertes dans la mécanique céleste, de

ses instruments, de ses observations, il n'ait rien transpiré jusqu'au moment où des papiers d'une origine inconnue l'ont révélé au monde.

» On ne peut considérer comme une réponse à ces puissantes objections les quelques remarques présentées par M. Chasles dans les séances des 30 septembre, 7 et 21 octobre 1867 (LXV, 541, 586, 657). Le lecteur en jugera en recourant au texte. D'ailleurs le terrain va changer complétement.

» En effet, si M. Chasles avait combattu pour établir que Pascal avait pu faire une partie au moins de ses calculs vers 1658, s'il déclare (LXV, 586, 593) qu'il a répondu à tout et qu'on ne lui a répondu en rien, il reconnaît que cette opinion, qu'il prétend avoir établie d'une manière victorieuse, n'était cependant pas fondée, et il annonce que, dès l'année 1641, Pascal avait effectué tous ces immenses travaux. Pour étayer le nouvel édifice qu'il va falloir élever, diverses Lettres attribuées à Galilée, à Boulliau, à Huyghens sont produites, desquelles il résulterait ce qui suit :

» 1° Galilée aurait déjà eu l'idée que l'ellipse de Kepler pourrait bien être la conséquence d'une attraction en raison inverse du carré de la distance, et il aurait communiqué cette idée à Pascal (LXV, 587, 588);

» 2° Galilée aurait envoyé à Pascal des observations astronomiques de lui, Galilée, et des écrits de Kepler, sur lesquels Pascal aurait fondé ses travaux (LXV, 588, 589);

» 3° Galilée aurait découvert des satellites de Saturne (LXV, 589, 590);

» 4° Galilée aurait imaginé un puissant instrument; mais sa vue venant à s'affaiblir, il l'aurait envoyé à Pascal, qui lui-même l'aurait fait parvenir à Huyghens (LXV, 830). Ce serait à l'aide de ces diverses ressources que Pascal aurait effectué ses travaux, et entre autres il aurait déterminé les masses de Jupiter, Saturne et la Terre, ce dont Galilée le féliciterait dans une Lettre du 7 juin 1641; Lettre dans laquelle le philosophe de Florence répète, afin qu'on n'en puisse douter, les valeurs que Pascal aurait déterminées pour les masses et les densités des planètes (LXV, 588).

» Chose remarquable, les difficultés auxquelles on échappait en abandonnant le terrain de l'année 1658, reparaissent au sujet de l'année 1641.

» Si Pascal était déjà infirme en 1658, en 1641 il n'avait que 18 ans. Galilée de son côté n'avait plus quatre années à vivre; et vers la fin de l'année 1637, il était complétement aveugle. Il n'a donc pas pu écrire les Lettres qu'on lui attribue, et notamment celle du 7 juin 1641.

» Galilée publiait, lui, ses découvertes, et il n'est pas croyable que, s'il avait connu plusieurs satellites de Saturne, il l'eût caché. Même en ce cas,

ses disciples Castelli, Viviani et Torricelli n'auraient pas manqué de le publier.

» On connaît l'histoire de la construction, par Huyghens, des lunettes qui lui ont servi à découvrir un satellite de Saturne. Elle contredit formellement ce qu'on dit d'un grand instrument envoyé par Pascal et Gassendi en Hollande.

» La difficulté qu'on trouvait à ce que rien n'eût transpiré des grands travaux astronomiques de Pascal, lorsque tant de personnes en auraient eu connaissance, s'accroît encore lorsqu'il faut admettre que le même mystère ait entouré les recherches de Galilée.

» Enfin la difficulté provenant de l'identité des résultats numériques donnés sous le nom de Pascal, avec ceux qu'on doit à Newton, subsiste tout entière.

» Tels sont, dans leur ensemble, les faits de l'histoire connue et les assertions qu'on leur oppose. Nous avons à étudier les documents sur lesquels on se base de part et d'autre afin de prononcer en connaissance de cause. »

(La suite de cette Communication est renvoyée à la prochaine séance.)

SÉRICICULTURE. — *Observations relatives à une communication précédente de M. Raybaud-Lange. Lettre de* **M. PASTEUR** *à M. le Maréchal Vaillant.*

« Dans une Note communiquée à l'Académie par M. Raybaud-Lange, au sujet de la maladie des morts-flats, il est dit que la flacherie est généralement occasionnée par l'action délétère des gaz ammoniacaux qui se dégagent des litières, et comme preuve de son opinion M. Raybaud-Lange ajoute : « Placez des vers sous une cloche et à côté d'eux un godet rempli » d'ammoniaque liquide, au bout d'une heure tout sera mort-flat. »

» Si cette expérience avait quelque fondement, les faits et les opinions que j'ai présentés à l'Académie relativement à la maladie dont il s'agit seraient évidemment controuvés. J'ai dit, en effet, que dans le canal intestinal d'un ver qui périt de la flacherie, la feuille ingérée fermente comme dans un vase inerte et présente les mêmes organismes que cette fermentation artificielle. Or il est évident *à priori* que le contenu du canal intestinal de vers sains qui ne renferme aucun organisme visible au microscope ne peut pas en montrer au bout d'une heure, ni la feuille de ce contenu être en pleine fermentation après un temps aussi court.

» Je me suis empressé de répéter l'expérience de M. Raybaud-Lange, et je n'ai pas tardé à reconnaître que l'interprétation qu'il en donne est inexacte. Lorsque des vers sont placés sous une cloche, à côté d'un godet rempli d'ammoniaque, les vers meurent très-promptement, souvent même au bout de quelques minutes, et le corps des vers devient mou et flasque. Voilà le caractère physique qui sans doute a trompé M. Raybaud-Lange, mais la mort de ces vers n'a rien de commun avec la maladie dite des morts-flats. C'est une sorte d'anesthésie. Il est facile même, si l'on ne prolonge pas trop l'expérience, de rappeler ces vers à la vie, en les exposant à l'air. La mollesse des tissus disparaît promptement, et les vers se remettent à manger. Si la dose des vapeurs d'ammoniaque est diminuée, quoique encore très-forte, ils ne paraissent en éprouver aucun mal. En tous cas, la feuille ne fermente point dans leur canal intestinal, et on n'y voit pas apparaître les organismes propres à cette fermentation. D'ailleurs la mollesse des tissus n'est point du tout un caractère nécessaire de la maladie des morts-flats. Le plus souvent, les vers périssent de cette maladie en conservant au moment de la mort leur élasticité naturelle. Enfin, les effets observés sous l'influence de l'ammoniaque se produisent avec beaucoup d'autres vapeurs, et même d'une manière bien plus prononcée, par exemple avec les vapeurs d'éther.

» Quant à l'effet curatif dû aux vapeurs de vinaigre, annoncé également dans la Note de M. Raybaud-Lange, je ne crois pas que cet éducateur ait fait les expériences comparatives suffisantes pour établir un fait de cette importance. J'avoue que, de mon côté, je n'ai pas fait non plus assez d'observations pour démontrer péremptoirement l'erreur de M. Raybaud-Lange, mais le sens des résultats de celles que j'ai faites ne concorde pas avec l'opinion de cet habile sériciculteur. Le gaz acide sulfureux, si puissant contre le développement des fermentations, me paraîtrait bien meilleur, comme moyen préventif de la maladie des morts-flats, parce que l'on peut espérer qu'il s'opposerait à l'apparition des organismes qui sont la cause de la fermentation de la feuille dans le canal intestinal. Pourtant, de ce côté encore, mes expériences n'ont rien de décisif. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur les bases oxygénées : sur un homologue et un isomère de la choline; par* **M. Ad. Wurtz.**

« J'ai fait voir, il y a quelque temps, que le glycol chlorhydrique, en fixant la triméthylamine, donne le chlorhydrate d'une base qui est identique avec la névrine qu'on peut retirer du cerveau. L'identité de cette base

avec la choline, que M. Strecker a retirée du foie, ayant été démontrée, je pense qu'il est convenable de conserver à la base dont il s'agit le nom choisi par le chimiste qui l'a découverte le premier. Je remplacerai donc le nom de *névrine* par celui de *choline*.

» La triéthylamine réagit aisément sur le glycol chlorhydrique. En chauffant au bain-marie le mélange des deux corps en proportions équivalentes, la combinaison s'accomplit, et l'on obtient, après le refroidissement, une masse saline parfaitement incolore; c'est le chlorure d'hydroxéthylène-triéthylammonium :

$$\underbrace{(C^2H^5)^3Az}_{\text{Triéthylamine.}} + \underbrace{C^2H^4\left\{\begin{matrix}OH\\Cl\end{matrix}\right.}_{\text{Glycol chlorhydrique.}} = \underbrace{\left.\begin{matrix}C^2H^4.OH\\(C^2H^5)^3\end{matrix}\right\}Az.Cl}_{\text{Chlorhydrate d'hydroxéthylène-triéthylammonium.}}$$

» Ce sel est très-soluble dans l'eau et dans l'alcool, et cristallise en beaux prismes striés. Il forme avec le chlorure de platine un sel double très-bien cristallisé, qui renferme

$$\left[\left.\begin{matrix}C^2H^4.OH\\(C^2H^5)^3\end{matrix}\right\}Az.Cl\right]^2 + PtCl^4 \text{ (1)}.$$

Le chloroaurate d'hydroxéthylène-triéthylammonium, moins soluble que le chloroplatinate, se dépose de l'eau bouillante sous forme de magnifiques lames d'un jaune d'or. Ce sel renferme

$$\left.\begin{matrix}C^2H^4.OH\\(C^2H^5)^3\end{matrix}\right\}Az.Cl, AuCl^3 \text{ (2)}.$$

» L'hydrate d'hydroxéthylène-triéthylammonium,

$$\left.\begin{matrix}C^2H^4.OH\\(C^2H^5)^3\end{matrix}\right\}Az.OH = C^8H^{21}AzO^2,$$

est évidemment un homologue de la choline, $C^5H^{15}AzO^2$. La théorie prévoit un certain nombre d'isomères de cette dernière base. Parmi ces isomères, je n'ai voulu en préparer qu'un seul, savoir : l'hydrate d'hydrox-

---

(1) Analyse :

	Expériences. I.	Expériences. II.	Théorie.
Platine	28,28	27,66	28,06

(2) Dosage d'or :

	Expériences. I.	Expériences. II.	Théorie.
Carbone	19,94	»	19,81
Hydrogène	4,43	»	4,12
Or	40,49	40,25	40,53

amylène-ammonium, $\left.\begin{matrix} C^5H^{10}.OH \\ H^3 \end{matrix}\right\}$ Az.OH = $C^5H^{15}AzO^2$. Le chlorure correspondant à cet hydrate prend naissance par l'action de l'ammoniaque sur de l'amylglycol chlorhydrique. Mais ce n'est pas le seul produit de cette action qui donne naissance en même temps au chlorhydrate de la base valérylique correspondante, c'est-à-dire de la base qui résulte de la déshydratation de la précédente.

» Du glycol chlorhydrique, préparé d'après la méthode de M. Carius, a été chauffé au bain-marie avec un excès d'ammoniaque en solution. On a obtenu un liquide épais qui a été évaporé au bain-marie. Quelques cristaux de chlorhydrate d'ammoniaque s'étant séparés au sein de la liqueur sirupeuse, celle-ci a été dissoute dans l'alcool absolu, et la solution alcoolique a été additionnée d'une solution concentrée de chlorure de platine. Après filtration, la liqueur a été abandonnée à l'évaporation spontanée. Elle a laissé déposer d'abord des croûtes cristallines du chloroplatinate de la base valérylique. Ce chloroplatinate a été purifié par plusieurs cristallisations successives. On peut l'obtenir en cristaux assez volumineux, d'un orangé foncé, solubles dans l'eau et dans l'alcool. Il renferme $(C^5H^{11}Az, HCl)^2, PtCl^4$ (1). Ce chloroplatinate est isomérique avec celui de vinyltriméthylammonium.

» Le chloroplatinate d'hydroxamylène-ammonium cristallise, en dernier lieu, par l'évaporation spontanée de la solution platinique. Il se dépose encore du sein de la liqueur devenue très-épaisse. Purifié par plusieurs cristallisations, il forme des cristaux d'un rouge orange très-solubles dans l'eau et dans l'alcool. Il renferme $(C^5H^{14}AzO.Cl)^2, PtCl^4$ (2). Ce sel est isomérique avec le chloroplatinate de choline.

» Lorsqu'on ajoute un excès de potasse très-concentrée au chlorhydrate sirupeux qui donne ces sels de platine, il se sépare un liquide oléagineux épais. Le tout étant soumis à la distillation, il passe une base avec les va-

(1) Analyse :

	Expériences. I.	Expériences. II.	Théorie.
Carbone	20,27	20,48	20,62
Hydrogène	4,89	4,57	4,12
Platine	33,18	33,49	33,84

(2) Analyse :

	Expériences. I.	Expériences. II.	Expériences. III.	Théorie.
Carbone	19,19	19,17	19,25	19,42
Hydrogène	4,57	4,49	4,65	4,53
Platine	31,9	31,50	»	31,7

peurs d'eau. Elle se sépare du liquide alcalin lorsqu'on sature celui-ci avec de l'hydrate de potasse. Le liquide oléagineux décanté distille sans altération à une température variable, la plus grande partie passant entre 160 et 170 degrés. C'est un liquide incolore, épais, fortement alcalin, soluble dans l'eau, doué d'une odeur ammoniacale.

» Le résidu du liquide oléagineux, séparé par la potasse caustique, et qui ne distille point, se concrète, après le refroidissement, en une masse cristalline.

» Ces deux corps sont sans doute les bases qui correspondent aux deux derniers sels de platine : je les décrirai dans mon Mémoire. »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Remarques sur la position des trachées dans les Fougères* (première partie); *par* **M. A. Trécul.**

« Jusqu'en 1859 on ignora l'existence des trachées dans les Fougères. C'est à M. Bert que l'on en doit l'indication. Il les observa dans de très-jeunes frondes, et elles lui ont semblé occuper le plus souvent les parties centrales du faisceau (l'*Institut*, t. XXVII, p. 267) (1). Au contraire, M. Van Tieghem (p. 151 et suiv. de ce vol.) affirme que, dans tous les végétaux acrogènes, les faisceaux ont la même composition, la même symétrie, la même orientation. Le 1er mars je présentai à l'Académie quelques observations qui ne concordent pas avec ces deux assertions. J'ai signalé en même temps que des faisceaux qui, chez les Fougères, offrent des trachées sur leur face interne, d'autres faisceaux droits, qui ont leurs plus petits vaisseaux sur deux côtés opposés, et des faisceaux courbes, isolés ou réunis en X, ou en forme de T, qui en présentent vers leurs diverses extrémités, de quelque côté qu'elles soient tournées, etc. (p. 521 de ce vol.).

» N'ayant pu, dans cette communication, consacrer qu'une page à ce sujet intéressant, je viens aujourd'hui compléter ce que j'avais à en dire, et ajouter de nouveaux faits, qui feront mieux connaître la constitution et l'agencement des faisceaux dans les Fougères.

» Que ces faisceaux simples ou associés soient à section transversale arrondie, elliptique, ovoïde, triangulaire, trapézoïdale, réniforme, oblongue ou sous la figure d'un ruban sinueux, etc., ils sont composés essentiellement d'un groupe vasculaire central et d'un tissu périphérique. Celui-ci, sans parler des cellules brunes et épaissies, diversement disposées, qui

---

(1) M. Bergeron a signalé aussi des trachées dans les jeunes bulbilles de plusieurs Fougères (*Bulletin de la Société Botanique de France*, 1860, p. 338).

accompagnent souvent les faisceaux, présente trois parties. A la surface est une rangée de cellules étroites, oblongues, ordinairement comprimées, le plus souvent très-distinctes des tissus environnants. Au-dessous d'elle est une strate de cellules plus larges, composée d'une, de deux, ou, en quelques endroits déterminés, de trois et même de quatre rangées de cellules. Cette strate et la précédente rappellent, au pourtour du faisceau, l'aspect que l'épiderme présente à la surface des plantes en général. En dedans de cette enveloppe se trouve le tissu qui, dans les Phanérogames, a été nommé *tissu cribreux*, *tissu conducteur*, etc. Il est communément formé d'au moins deux sortes de cellules. Les unes sont étroites, oblongues, posées carrément ou plus ou moins obliquement les unes sur les autres; mais en quelques endroits elles tendent à être remplacées par des cellules beaucoup plus longues, atténuées aux deux bouts et à parois très-épaissies, qui ne diffèrent pas des fibres du liber (pétiole de l'*Adiantum trapeziforme*, etc.). Les cellules les plus larges sont évidemment les équivalentes des cellules dites cribreuses, bien que je n'aie pas trouvé poreuses leurs parois transversales, ce qui, du reste, arrive fréquemment aussi dans les Phanérogames. Parmi elles il existe, dans le rhizome du *Pteris aquilina*, d'autres cellules larges, mais souvent aiguës aux deux bouts, qui sont garnies d'épaississements en bandelettes, dont la disposition est très-irrégulière. Les vaisseaux proprement dits, entourés par ce tissu, sont rayés, ponctués ou réticulés. Ils sont rayés quand ils s'appliquent les uns contre les autres par de larges surfaces, et ponctués quand les lignes de contact sont plus étroites, ou quand ces vaisseaux sont contigus à des cellules grêles. Ces vaisseaux affectent des groupements très-divers que feront connaître les exemples suivants.

» Dans l'*Angiopteris erecta* les faisceaux du pétiole ont offert la figure et l'orientation qui se rapproche le plus de celle qui existe chez les Phanérogames. A la base d'un puissant pétiole, il y a jusqu'à cinq séries concentriques de faisceaux qui, tous, ont leurs trachées placées sur le côté qui regarde le centre de l'organe. Le nombre des faisceaux et celui de leurs séries diminuent du bas au haut de la feuille. On obtient successivement 4, 3, 2 et une seule série circulaire de faisceaux, avec quelques-uns dans le centre, disposés suivant une ligne horizontale ou groupés irrégulièrement. Dans le dernier entre-nœud de la foliole composée terminale il n'y a que deux faisceaux réniformes, ayant leur face concave tournée l'une vers l'autre. Entre eux, tout à fait au centre, est une lacune à gomme (1).

---

(1) On sait que de belles lacunes gommeuses, bordées de petites cellules pariétales spé-

» Dans certaines Fougères, des faisceaux à structure et à orientation en quelque sorte normales, comme dans l'*Angiopteris*, existent aussi dans le pétiole, mais ils y sont alliés à des faisceaux de constitution particulière dont il va être question (*Blechnum brasiliense, occidentale, Lomaria Patersonii, Polystichum aculeatum, Lastræa Filix-mas, cristata*, etc.)

» Dans le pétiole de ces plantes, il y a de trois à dix-sept faisceaux (1) disposés suivant un arc plus ou moins profond, ou en carré s'il y en a quatre. A chaque extrémité de l'arc, vers la face interne ou supérieure du pétiole, est un faisceau muni d'un ou de deux crochets, ouverts en dedans, formés par les plus petits vaisseaux rayés ou ponctués. C'est dans ces crochets et vers leur base que se trouvent les vaisseaux annelés et les trachées. Tous les autres faisceaux, qui sont dorsaux par rapport aux précédents, ont leurs vaisseaux trachéens sur la face interne.

» Les faisceaux à crochets varient d'aspect. Les plus simples ont un seul crochet, et il est sur le côté supérieur (*Polystichum aculeatum, Lastræa cristata, Filix-mas*). Il est assez court dans ces trois plantes, et c'est sous ce crochet et près de sa base, sur la face interne du faisceau, que sont les vaisseaux annelés et les trachées.

» Dans le *Blechnum brasiliense*, le crochet des deux faisceaux latéraux est très-grand, et il recouvre à peu près tout le côté supérieur, sur lequel sont les trachées; mais dans cette plante, chacun de ces deux faisceaux possède un autre crochet, tout à fait rudimentaire, il est vrai, situé sur le côté opposé. Il y a, en effet, sur le côté tourné vers les faisceaux voisins un petit enfoncement dans lequel sont des vaisseaux annelés et des trachées, mais en plus petit nombre que sous le crochet principal.

» Le *Blechnum occidentale* offre de même des trachées sur deux côtés opposés de ses deux faisceaux latéraux; mais dans cette espèce le crochet supérieur est lui-même peu développé. Il est représenté par une courbe assez courte, sur la face interne de laquelle sont les vaisseaux annelés et

---

ciales ordinaires, sont éparses dans les tissus de cette plante. Il y a aussi de beaux tubes à tannin à contenu souvent orangé, dont on peut reconnaître la constitution cellulaire avec facilité, surtout dans le tissu fibreux périphérique. Il y a aussi des cellules spéciales à tannin, sur les deux faces du système vasculaire du pétiole de l'Osmonde. Ce sont, dans ce dernier cas, les cellules larges du tissu cribreux qui renferment ce principe immédiat, lequel, au reste, peut à certains âges imprégner en petite quantité tous les tissus.

(1) Il en existe jusqu'à dix-sept à la base du pétiole du *Blechnum brasiliense;* trois dans les *Bl. occidentale, Lomaria Patersonii;* cinq dans les *Polystichum aculeatum, Lastræa cristata;* sept dans le *L. Filix-mas*.

les trachées. Sur le côté opposé des mêmes faisceaux la courbe est plus réduite encore, et offre de même des vaisseaux annelés et trachéens.

» Ces deux faisceaux à crochets, dans toutes les plantes qui les possèdent, se prolongent sur toute la longueur du pétiole proprement dit et du pétiole commun ou rachis. Il n'en est pas de même des faisceaux dorsaux qui disparaissent successivement du bas au haut de la feuille. Des dorsaux, le médian est le dernier qui subsiste avec les deux supérieurs, et il finit par s'unir à l'un d'eux ou aux deux à la fois. Il est à peine nécessaire d'ajouter que tous ces faisceaux sont reliés çà et là les uns aux autres dans toute la longueur de l'organe.

» Les deux faisceaux à crochets sont donc ceux qui persistent le plus longtemps; mais, vers le sommet de la feuille, ou souvent aussi assez bas sur le pétiole, à une hauteur qui varie suivant les espèces, ils se fusionnent eux-mêmes par leurs côtés dorsaux, par leurs crochets postérieurs, opposés aux crochets principaux.

» Les *Gymnogramme chrysophylla* et *calomelanos* ont quatre faisceaux à la base du pétiole : deux internes ou supérieurs, larges, munis de crochets, et deux externes beaucoup plus petits, dont chacun est opposé au côté dorsal des deux précédents. En faisant des coupes de plus en plus haut, on voit d'abord chacun de ces deux petits faisceaux dorsaux se rapprocher du principal correspondant, et s'ajouter à son crochet dorsal rudimentaire, qui est ainsi considérablement accru. Il ne subsiste plus alors que deux faisceaux, ayant chacun deux beaux crochets. Un peu plus haut dans le pétiole, les côtés dorsaux de ces deux faisceaux se rapprochent, s'unissent par les extrémités de leurs crochets, et donnent lieu à une sorte d'U, dont chaque branche est terminée par son crochet.

» Il est quantité de Fougères dont le pétiole ne possède, vers la base, que les deux faisceaux à crochets qui viennent d'être décrits (*Athyrium Filix-fœmina, Adiantum trapeziforme, Lastrœa thelypteris, Diplazium striatum, Pteris serrulata, cretica, umbrosa*, etc.). Alors le crochet du côté dorsal est ordinairement plus développé que dans les plantes nommées précédemment. Et, quand un peu plus haut ces faisceaux viennent à s'unir, c'est aussi par l'extrémité de leurs crochets dorsaux qu'ils le font. De leur union résulte la figure d'un V ou d'un U, analogue à celui qui vient d'être signalé dans les *Gymnogramme*.

» M. Duval-Jouve, qui ne mentionne ni ces crochets, ni les trachées qu'ils recèlent, avait signalé cette union en gouttière de deux faisceaux dans le genre *Athyrium*. (*Bull. Soc. bot. Fr.*, t. V, p. 567.)

» Les *Pteris serrulata, cretica* et *umbrosa,* qui offrent ces deux faisceaux à leur base, nous donnent un premier type pour ce genre. Les *Pteris elata* Ag., *arguta, leptophylla, longifolia* et *semipinnata* en fournissent un autre. Dans les *P. serrulata, cretica* et *umbrosa*, la gouttière de la partie supérieure du pétiole est formée, ai-je dit, par la fusion latérale des deux faisceaux qui existent à la partie inférieure de l'organe. Dans les autres espèces désignées ici ces deux faisceaux libres n'existent pas. Le système vasculaire du pétiole forme gouttière dès la base de celui-ci. Dans le *P. elata* Ag. la coupe transversale de la bandelette vasculaire est plus sinueuse. Au lieu d'avoir la figure d'un V ou d'un U, elle représente une sorte de vase à panse large et à col étroit, un peu évasé à l'ouverture.

» Dans ces divers *Pteris* et dans l'*Osmunda regalis*, chaque branche de l'U, ou de la courbe vasculaire, est terminée aussi par un crochet fort ou faible (1). Mais, il y a en outre, sur plusieurs points de la face interne de la bandelette vasculaire, des petits groupes de vaisseaux annelés et de trachées, tantôt à la surface même de la bandelette, tantôt dans de petits enfoncements creusés entre les vaisseaux rayés qui la constituent. Dans quelques cas, j'ai vu de ces petits groupes trachéens sur quelques points de la face externe de ce système vasculaire.

» Le *Pteris longifolia* m'a donné l'explication de ce fait. Du bas au haut de la feuille, la dimension de l'U ou de la gouttière vasculaire diminue graduellement, et en même temps le nombre des groupes trachéens décroît aussi. Il en est de même dans toutes les plantes où les vaisseaux ont une disposition analogue. Quand ces groupes trachéens du *P. longifolia*, situés dans un enfoncement de la face interne de la gouttière, vont s'effacer, les gros vaisseaux rayés placés près de l'ouverture de l'enfoncement se rapprochent, ferment cette ouverture; et, comme les trachées n'ont derrière elles que de tout petits vaisseaux rayés ou ponctués, elles se trouvent alors dans une cavité qui semble siéger à la face externe de la bandelette vasculaire, d'où, au reste, elles ne tardent pas à disparaître avec les autres petits vaisseaux qui les accompagnent. Bientôt aussi il n'y a plus trace de la cavité qui les contenait.

(1) Je crois devoir faire remarquer que, dans l'*Osmunda regalis*, la bandelette vasculaire ne forme qu'un arc sans crochets à la base du pétiole, et que, plus haut, cette bandelette, en s'élargissant, contourne ses bords en crochets, qui toutefois ne sont pas formés de vaisseaux plus petits que les autres, contrairement à ce qui a lieu pour les crochets des autres plantes citées.

» D'autres *Pteris* présentent un troisième type de structure, auquel se rattachent les *Cheilanthes lendigera* et *microphylla*. Ce sont les *Pteris* dont M. J. Smith a fait les *Doryopteris sagittifolia* et *pedata*. Le *Pteris aquilina* nous donnera un quatrième type.

» Dans le *Doryopteris sagittifolia* et dans le *Cheilanthes microphylla* (les seules plantes de ce type dont j'aie eu des rhizomes à ma disposition), les vaisseaux du pétiole se séparent de ceux de la tige sous la forme d'un arc ou d'une gouttière, mais bientôt l'arc ou la gouttière se fend par le dos en deux faisceaux assez larges divergents vers la face supérieure du pétiole (1). Près ou au milieu de la fente dorsale qui sépare les deux faisceaux, est un tout petit groupe vasculaire, composé de trachées, de vaisseaux annelés et rayés fort grêles. Un peu plus haut les deux faisceaux principaux se rapprochent de nouveau par leur côté dorsal; les vaisseaux rayés de cette partie s'accolent et ferment la fente qui les séparait, laissant en arrière le petit groupe trachéen.

» Dans le *Pteris pedata*, le fond de la gouttière ainsi produite n'a que trois ou quatre vaisseaux en épaisseur; il est un peu plus épais dans le *Doryopteris sagittifolia*. Dans les *Cheilanthes microphylla* et *lendigera*, les faisceaux se soudant sur une plus grande largeur, on a l'image d'une sorte d'Y à tige courte.

» Les *Asplenium Adiantum-nigrum*, *caudatum*, *laserpitiifolium*, *Cænopteris fœnicula*, *Ceterach officinarum*, *Scolopendrium officinale*, etc., offrent une autre disposition des faisceaux vasculaires. Le pétiole de ces plantes possède à la base deux faisceaux à section transversale elliptique ou arquée, mais dont chaque groupe vasculaire est toujours arqué. Ces faisceaux se rapprochant vers le haut du pétiole, les arcs vasculaires s'unissent par le milieu de la convexité, et donnent lieu à un X, dont chaque branche a son extrémité formée par des vaisseaux plus petits que les autres. Sur la face interne de chacune de ces extrémités sont aussi des vaisseaux annelés et des trachées (*Asplenium Adiantum-nigrum*, *caudatum*, *Cænopteris fœnicula*). Il y en a ordinairement trois ou quatre petits groupes près de l'extrémité des deux branches supérieures. Sur les deux branches dorsales de l'X de l'*Asplenium laserpitiifolium*, les trachées sont dans un assez beau crochet, qui est beaucoup plus faible dans l'*A. Adiantum-nigrum* et nul ou plus difficile à apercevoir dans d'autres espèces.

(1) Le même phénomène est offert par la base du pétiole de l'*Athyrium Filix-fœmina*, qui appartient à un type voisin décrit plus haut.

» En montant dans le rachis, les branches dorsales de l'X se raccourcissent et disparaissent, produisant ainsi des figures un peu différentes suivant les espèces. Dans le *Cœnopteris fœnicula* on obtient, à une certaine hauteur, un T assez bien conformé, dont la tige disparaît vers le sommet de la feuille. Il ne reste à la fin que les branches horizontales du T très-réduites, sur le côté supérieur desquelles sont les trachées.

» Les *Nephrolepis* que j'ai étudiés donnent des figures analogues, mais à des hauteurs très-variables sur le rachis ou pétiole commun, suivant les espèces. La plante que j'ai citée dans ma communication du 1er mars, comme offrant un T vasculaire muni de trachées vers l'extrémité de ses trois branches, appartient vraisemblablement à ce genre. Je ne l'ai pas nommée parce qu'elle n'a pas encore fructifié au Muséum. Mais j'ai pu examiner plusieurs autres espèces, dont les feuilles ont fourni les résultats suivants.

» A la base du pétiole, les faisceaux varient de trois à sept (1), et ils sont de deux sortes. Les deux voisins de la face supérieure, plus ou moins renflés dans leur partie moyenne, où sont les plus gros vaisseaux, sont courbés en arc ou en croissant irrégulier, ayant la concavité tournée vers les côtés du pétiole. Ils ont des vaisseaux annelés et des trachées aux deux extrémités, sur le côté interne de la partie composée des plus petits vaisseaux rayés. Les faisceaux dorsaux, de figure à peu près normale, ont ordinairement leurs trachées sur la face interne. Néanmoins on les trouve parfois rejetés vers les côtés. Dans le faisceau dorsal médian du *Nephrolepis platyotis* les trachées sont ainsi réunies avec les plus petits vaisseaux rayés aux deux côtés qui regardent les faisceaux voisins.

» Tous les faisceaux dorsaux, reliés çà et là les uns aux autres et avec les deux principaux, disparaissent successivement de bas en haut, en s'affaiblissant et en unissant leur extrémité atténuée au faisceau le plus proche. Mais la disparition du dernier dorsal ne s'effectue pas toujours de la même manière. Tantôt ce faisceau s'est uni au côté voisin de l'un des deux faisceaux arqués, avant que ceux-ci se soient accolés (*N. tuberosa*); tantôt ces faisceaux arqués se sont d'abord réunis, et le faisceau dorsal ne s'y est adjoint qu'après leur fusion, après la formation du T, à la base duquel s'ajoutent les vaisseaux du faisceau dorsal (*N. neglecta, exaltata, davillioides*).

» Le T ainsi produit est assez régulièrement figuré dans les espèces nom-

(1) J'en ai vu trois dans les *Nephrolepis exaltata, tuberosa, neglecta;* quatre dans le *N. davillioides;* sept dans le *N. platyotis.*

mées ici (le *N. platyotis* excepté), parce que la branche supérieure des faisceaux en croissant, plus longue que la dorsale ou inférieure, est presque horizontale, étant seulement un peu infléchie, et parce que l'union des deux faisceaux par leur convexité s'y poursuit plus en arrière que dans les *Asplenium* et les genres du même type. La partie principale des deux faisceaux s'y unit plus complétement, et les extrémités ou cornes dorsales des croissants, libres encore sur un certain espace, ne tardent pas à se rapprocher et à compléter inférieurement la tige du T.

» Ces *Nephrolepis* (*N. platyotis, neglecta*) produisent des stolons à structure radiciforme, ayant au centre les plus gros vaisseaux, mêlés à des cellules étroites, et, à la périphérie, de quatre à huit groupes de petits vaisseaux rayés, annelés et trachéens. Par-dessus ce système vasculaire est le tissu dit *cribreux*, limité lui-même extérieurement par les deux strates de cellules que, plus haut, j'ai comparées, pour l'aspect, à certains épidermes de Phanérogames. Le tout est recouvert par le parenchyme, dont les cellules les plus internes se modifient et noircissent en s'épaississant (*N. platyotis*). »

CHIRURGIE. — *Des modifications que subissent les membres réséqués pendant leur période de développement, et en particulier du siége et des degrés du raccourcissement observé à la suite de la résection coxo-fémorale.* Note de **M. C. Sédillot.**

« Les modifications des membres des enfants, après les résections, sont encore imparfaitement connues. Les théories tirées des expériences sur les animaux ont sans doute une grande valeur, et sont vraies dans leurs principaux résultats, mais le contrôle clinique reste indispensable, et il importe de recueillir avec le plus grand soin de nombreuses observations pathologiques, si l'on veut étendre et assurer les progrès de l'art.

» Nous avons revu, ces jours-ci (juin 1869) un jeune garçon de treize ans auquel nous avions réséqué, il y a quatre ans (23 juin 1865), la tête du fémur. L'histoire de cette opération a été publiée, avec figures, dans nos *Contributions à la chirurgie* (t. II, p. 220). Il était très-intéressant de savoir jusqu'à quel point se trouverait confirmée la loi de l'accroissement des os en longueur par les épiphyses, et, quoique nous n'eussions excisé que la tête fémorale, il n'en était pas moins curieux de constater quels changements le membre entier avait éprouvés dans ses divers segments.

» Les recherches physiologico-pathologiques de Hales, Duhamel, Flourens, Toynbec, Homprey, etc., ont démontré que le cartilage épiphysaire de

l'extrémité tibiale du fémur contribuait presque seul à l'allongement de l'os, tandis que le supérieur dépassait peu les limites du développement du col fémoral.

» Le procédé que nous avions suivi dans l'opération nous avait permis de ménager l'appareil ligamenteux, et de scier la tête du fémur dans la cavité cotyloïde, sans la luxer préalablement, dans le but de limiter le déplacement ultérieur de l'os, et d'obtenir la formation d'une nouvelle articulation sur le rebord cotyloïdien.

» L'enfant est resté depuis 1865 dans un excellent état de santé. La flexion, l'extension, l'adduction et la rotation de la cuisse sont aussi libres que du côté sain. L'abduction seule n'est pas aussi étendue. On sent, en posant la main sur le grand trochanter, qu'une énarthrose s'est produite au niveau du contour supérieur de l'ancienne jointure. La cicatrice est petite et enfoncée. Le membre est légèrement atrophié ou moins volumineux dans toute sa hauteur, mais la marche, la course, etc., s'exécutent avec la plus grande facilité sur l'extrémité du pied, quand le malade ne se sert pas d'une chaussure à talon élevé.

» Le raccourcissement, qui était de $0^m,02$ après la cicatrisation de la plaie (août 1865) a beaucoup augmenté et est aujourd'hui de $0^m,08$. Nous avons dû en rechercher le siége et les causes, et les mensurations les plus exactes, répétées un grand nombre de fois, ont montré entre les deux membres les différences suivantes :

De l'épine iliaque antéro-supérieure droite à la malléole péronière du même côté.	$0^m,84$
Idem du côté opposé	$0^m,76$

» Cette inégalité de longueur était ainsi partagée :

De l'épine iliaque au grand trochanter droit	$0^m,08$
Idem à gauche	$0^m,04$
Du trochanter au sommet de la rotule, à droite	$0^m,34$
Idem à gauche	$0^m,32$
De la rotule à la malléole péronnière, à droite	$0^m,42$
Idem à gauche	$0^m,40$

» D'après ces mensurations : 1° le grand trochanter gauche a subi un mouvement d'ascension de 4 centimètres, produit, en grande partie au moins, par l'excavation du sourcil cotyloïdien, dans laquelle joue la portion conservée du col du fémur, développée en forme de tête osseuse, pour reconstituer l'énarthrose normale (*voyez* nos travaux sur ce sujet : *Contributions à la chirurgie*, t. I, chap. XII, p. 296, Paris, 1868; et notre *Traité de l'évidement des os*, 2e édit., Paris, 1868) ; 2° le fémur, depuis le grand

trochanter jusqu'au genou, est de 2 centimètres plus court que celui du côté sain; 3° la jambe a souffert un défaut de développement de même longueur. La résection de la tête du fémur paraît donc avoir été sans influence directe sur le raccourcissement de cet os, puisque la jambe en offre un semblable, quoique n'ayant été le siége d'aucune opération. Le défaut d'exercice a suffi pour amener cette brièveté relative. L'enfant, néanmoins, est fort et bien développé, sa taille est de $1^{m},48$ et son poids de $37^{kil},5$: tandis que M. Quetelet (*Physique sociale*) donne en moyenne pour la taille et le poids d'un enfant du même âge (treize ans) $1^{m},40$ et $35^{kil},32$.

» Nous rappellerons qu'une fille de neuf ans, opérée par le Dr Saire en 1854, et revue en 1868, quatorze ans après sa résection, n'offrait qu'un raccourcissement de 15 millimètres, preuve que l'accroissement du membre n'avait pas été arrêté (voyez *De la résection coxo-fémorale pour carie*, par le docteur américain R.-R. Good, Paris, 1869). De pareils résultats montrent l'obscurité de ces questions et la nécessité de les soumettre à des études plus approfondies.

» L'excellent travail de M. le Dr Good, que nous venons de citer, nous offre l'occasion d'une dernière remarque sur le peu de valeur de la plupart des statistiques. Ce chirurgien a réuni, avec un grand zèle et une remarquable impartialité, cent douze résections coxo-fémorales pratiquées depuis 1860, année où M. L. Lefort avait arrêté ses recherches, jusqu'en 1868. Sur ce nombre total, on a compté 52 guérisons et 60 morts. La proportion des décès a été : en France, de 85,71 pour 100; en Russie, de 66,67; en Allemagne, de 64,71; en Amérique, de 44,83; et en Angleterre, de 34,37 pour 100. On ne peut, en face de ce tableau, se dissimuler le grave inconvénient pour la France de tenir compte des suites désastreuses de la plupart des opérations pratiquées à Paris. Ce n'est, certes, ni le talent ni l'habileté des chirurgiens de la capitale que l'on peut mettre en doute, mais les conditions où ils se trouvent sont presque fatales. On sait qu'on n'a pas encore, à Paris, sauvé une seule femme de toutes celles auxquelles on a fait l'opération césarienne. La mortalité des grands traumatismes est effrayante, et, pour la résection dont nous nous sommes occupé, on a eu à regretter à Paris douze morts, sans une seule guérison, tandis que, dans le même laps de temps, on comptait à Strasbourg deux succès, les seuls connus jusqu'ici en France, sur deux résections, soit cent sur cent : ce sont, au reste, de simples observations que nous présentons sur ce sujet, beaucoup trop grave pour être étudié incidemment. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de juger les pièces adressées au concours du prix de Médecine et de Chirurgie pour l'année 1869. (Application de l'électricité à la thérapeutique.)

MM. Becquerel, Cl. Bernard, Longet, Bouillaud, Nélaton, Jamin, Coste, Andral réunissent la majorité des suffrages.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui devra juger les pièces adressées au concours des prix de Physiologie expérimentale pour l'année 1869.

MM. Cl. Bernard, Coste, Longet, Milne Edwards, Brongniart réunissent la majorité des suffrages.

RAPPORTS.

MÉTÉOROLOGIE. — *Rapport sur les expériences à exécuter dans la prochaine ascension de l'aérostat* le Pôle-Nord.

(Commissaires : MM. Morin, Larrey, Ch. Sainte-Claire Deville rapporteur.)

« Dans la séance du 31 mai dernier, deux jeunes savants, qui ont déjà donné plusieurs fois des preuves de leur dévouement à la science, MM. G. Tissandier et W. de Fonvielle, ont écrit à l'Académie pour lui annoncer leur intention d'entreprendre, le dimanche 27 juin, une ascension aérostatique et lui demander des instructions sur les recherches qui pourraient y être exécutées. Avant de donner lecture de la courte Note que nous avons dû rédiger en quelques jours sur les conseils qui peuvent être donnés en pareille occasion, il convient d'exposer en peu de mots les conditions dans lesquelles doit se faire l'ascension projetée.

» L'un des hommes qui ont, dans ces derniers temps, le mieux mérité de l'industrie, M. l'ingénieur Giffard, vivement désireux de contribuer aux progrès des expériences aérostatiques, a, comme on sait, consacré une somme importante à la construction de plusieurs ballons, dont quelques-uns atteignent des dimensions inusitées jusqu'ici, et il a mis très-généreusement à la disposition de MM. de Fonvielle et Tissandier l'un des plus volumineux

de ces aérostats. Le *Pôle-Nord* (1), formé d'une étoffe complétement imperméable et composée de plusieurs tissus superposés de toile et de caoutchouc, présente, en effet, une surface de 2300 mètres carrés et mesure 10500 mètres cubes. Le poids total de l'étoffe est de 2000 kilogrammes, et celui du filet, qui ne compte pas moins de 38000 mailles, de 1500 kilogrammes. Sa nacelle a 9 mètres carrés de superficie : elle portera, en outre des voyageurs (2) qui doivent la monter, 1500 kilogrammes de lest. Les engins d'arrêt se composent d'une ancre de 50 kilogrammes et de toiles *guide-rope*, d'un nouveau système, pesant 600 kilogrammes.

» Enfin, une des principales particularités de ce ballon consiste dans la disposition de la soupape. En effet, M. Giffard a substitué, au lut grossier dont on se contente habituellement, un disque de $1^{m},20$ de diamètre, retenu par 18 ressorts d'acier. Le jeu de ce nouvel organe, susceptible d'être manœuvré avec une certaine précision, sera un des objets d'étude recommandés aux aéronautes du 27 juin. Ajoutons que la soupape du *Pôle-Nord*, bien que pesant une centaine de kilogrammes, sera, relativement aux volumes respectifs, beaucoup plus légère que les soupapes informes des aérostats ordinaires.

» Tel est le navire aérien qui doit servir aux expériences dont nous aurons à nous occuper.

» Le gaz employé le 27 juin sera le gaz d'éclairage, et les aéronautes pourront vraisemblablement atteindre une altitude de 3000 à 4000 mètres.

---

(1) Ainsi appelé parce que la recette des deux ascensions publiques qui se préparent sera affectée aux frais de l'expédition toute nationale de M. Gustave Lambert pour la recherche du pôle Nord. La première de ces ascensions aura lieu le dimanche 27 juin, à cinq heures du soir, dans le Champ de Mars, qu'une lettre, émanée du Cabinet de l'Empereur, a mis gracieusement à la disposition de M. Tissandier. Nous croyons savoir que la Compagnie du gaz, qui s'engage à remplir le ballon, saisit cette occasion de contribuer, pour sa part, à l'entreprise de M. Lambert.

(2) Les savants qui se sont proposés pour s'adjoindre à MM. G. Tissandier et de Fonvielle, sont : MM. L. Sonrel, physicien de l'Observatoire impérial; Tournier, chimiste; le docteur Amédée Tardieu et A. Tissandier, dessinateur. La manœuvre du ballon sera confiée à quatre aéronautes exercés, MM. Yon, Mangin, Menu et Moreau.

Ajoutons qu'un jeune physiologiste éminent, qui a reçu de l'Académie, en 1867, le grand prix de physiologie, M. E. Cyon, nous a aussi témoigné le désir de s'embarquer, soit sur le *Pôle-Nord*, soit sur l'aérostat de moindre volume qui doit l'accompagner, en emportant, pour cette expérience préliminaire, le sphygmographe et le cardiographe de M. Marey, enfin, à notre demande, de petits thermomètres à maxima Walferdin, pour étudier la variation de la température du sang.

» M. Giffard s'est assuré, par des essais préalables, que l'aérostat construit avec l'étoffe dont il vient d'être question peut retenir, sans grandes pertes, le gaz hydrogène pendant un temps suffisant. Ce gaz doit être utilisé dans des ascensions ultérieures, et permettra, en augmentant de plusieurs milliers de kilogrammes la force ascensionnelle, d'enlever de nombreux voyageurs à de grandes hauteurs. Mais, outre la difficulté d'improviser les moyens de se procurer un volume aussi considérable d'hydrogène, il y a intérêt à ce que cette première excursion du *Pôle-Nord*, consacrée en partie à l'étude des nouveaux organes du ballon, soit, en quelque sorte, un voyage d'essai.

» Nous serions tentés de le considérer de la même façon au point de vue des observations physiques. En effet, jusqu'ici, depuis les mémorables ascensions de Gay-Lussac et Biot, qui ont véritablement ouvert la voie de l'aérostation scientifique, jusqu'aux innombrables ascensions que M. J. Glaisher poursuit avec tant de courage, l'aéronaute, seul ou presque seul observateur, obligé le plus souvent de se préoccuper, en même temps que de sa sûreté, de l'examen de tous les instruments qui l'entouraient, n'accordait chaque fois à chacun d'eux qu'un temps très-court, et une attention distraite quelquefois par les impressions physiologiques auxquelles il ne pouvait se soustraire. Or, il est facile de concevoir que les conditions toutes particulières dans lesquelles les divers appareils physiques sont observés en ballon peuvent modifier très-sensiblement les indications qu'ils fournissent.

» Pour ne citer qu'un exemple, les vitesses absolues et relatives de l'aérostat peuvent influer considérablement sur ces indications, et souvent les altérer, si l'on n'a recours à des précautions particulières. Lorsque le ballon s'élève avec rapidité par suite de sa force ascensionnelle propre ou descend avec une grande vitesse par suite de l'ouverture de la soupape, il rencontre, dans les deux cas, les couches d'air et les choque plus ou moins vivement. Quelle influence un tel déplacement exerce-t-il sur le thermomètre, qui ne peut se mettre immédiatement en équilibre de température avec l'air ambiant, et même sur le baromètre, dont la colonne a besoin de vaincre, à chaque instant, l'action de la capillarité? sur le psychromètre, dont une énorme et subite évaporation peut altérer les résultats?

» Lorsque, au contraire, l'aérostat est immobile ou se déplace avec la couche d'air qui l'entoure, n'est-il pas évident qu'au bout d'un certain temps, si l'on n'a pu, par quelque disposition particulière, soustraire le

thermomètre et le psychromètre au voisinage de l'observateur, ces deux instruments ne réfléteront plus que les conditions du bain d'air chaud et humide qui les entourera?

» N'y aura-t-il pas lieu d'étudier aussi l'influence que la diminution de pression peut exercer sur le refroidissement de la boule humide du psychromètre et sur l'établissement du point de rosée, dans l'hygromètre condenseur de M. Regnault?

» Assurément, la réflexion et l'expérience suggéreront les moyens de se mettre plus ou moins complétement à l'abri de ces influences et d'autres semblables qu'on pourrait citer. Néanmoins, nous pensons qu'avant tout il faut connaître et mesurer ces influences. Or, le seul moyen d'y arriver consiste à réunir dans une même nacelle un assez grand nombre d'observateurs (dégagés, d'ailleurs, de toute préoccupation personnelle par la présence d'un équipage suffisant et rompu d'avance à la manœuvre du ballon), pour que chacun d'eux soit presque uniquement chargé de suivre la marche d'un instrument ou de deux, tout au plus.

» C'est ce que semble devoir présenter l'ascension dont nous nous occupons. Les six observateurs qui se proposent d'y prendre part et qui, si les circonstances atmosphériques le permettent, veulent séjourner dans l'air pendant vingt-quatre heures, auront surtout à étudier, dans les conditions particulières où on les observera, les appareils les plus usuels en météorologie, les seuls, d'ailleurs, qu'ils aient pu se procurer, réduits, comme ils le sont, à peu près, à leurs propres ressources. Nous pensons avec eux qu'ils rendraient un service signalé si, par cette étude toute spéciale de chacun de ces instruments, exposé successivement aux conditions si variées d'un voyage aérostatique, ils préparaient, en quelque sorte, eux-mêmes les éléments d'instructions plus étendues que l'Académie se plairait sans doute à leur donner, lorsque, connaissant bien leur organe de locomotion, leurs instruments d'observation et les dispositions particulières qu'il sera utile ou nécessaire de leur donner, ils se résoudraient à entreprendre, avec des ressources plus appropriées à la difficulté de leur tâche, une seconde ascension scientifique. Nous nous bornerons donc, dans cette Note, qui nous est demandée au dernier moment, à énumérer les recherches que nous savons que nos jeunes voyageurs se proposent d'entreprendre, d'après nos avis.

» Ces recherches portent sur trois objets assez distincts.

» On peut se préoccuper d'abord des moyens de déterminer avec une exactitude suffisante la position réelle que l'aéronaute occupe à un moment donné. Il n'est pas nécessaire d'insister sur l'importance d'une pareille dé-

termination : on conçoit, par exemple, l'intérêt qu'il y aurait à constater les lois du décroissement de la température et de la pression barométrique, l'altitude étant supposée parfaitement connue.

» Un second objet d'étude comprend les recherches de physique proprement dite.

» Enfin, l'état physiologique des voyageurs offre une dernière classe de phénomènes d'autant plus intéressants que cet état peut varier, non-seulement avec les conditions du milieu, mais aussi avec le tempérament des aéronautes eux-mêmes.

» Après avoir énuméré les principales recherches physiques à entreprendre (1), nous traiterons successivement, dans deux Notes additionnelles, des deux autres ordres de considérations.

1° *Recherches de Physique.*

» *Thermométrie.* — Les thermomètres dont nous recommandons l'observation à nos voyageurs sont les suivants :

» Thermomètres à mercure, à boule sèche et à boule humide. Thermomètre à mercure, à boule noircie, plongée dans le vide (appareil de M. Glaisher pour l'étude de la radiation solaire);

» Série de thermomètres à alcool incolore ou diversement coloré, à boule noircie ou métallisée;

» Thermomètres à *maxima*-Walferdin et à *minima*-Rutherford, à boule nue et à boule noircie, suspendus à l'extrémité de câbles que l'on fera descendre au-dessous de la nacelle, à des distances connues et variables;

» Plusieurs thermomètres-fronde, à boule nue et à boule noircie, qu'on observera alternativement au soleil et à l'ombre du ballon : l'un d'eux, à boule mouillée, d'après l'ingénieuse pensée de Doyère;

» Enfin, thermomètres métalliques : un modèle très-portatif de ce genre de thermomètres a été récemment construit par MM. Hermann et Pfister,

(1) S'il était venu à notre connaissance personnelle une *Instruction* spéciale, rédigée par notre savant confrère, M. Regnault, qui, non-seulement avait choisi et préparé, comme on sait, la plupart des appareils emportés par MM. Barral et Bixio, mais qui, en pareille occasion, a toujours donné les meilleurs et les plus précieux avis à tous les jeunes savants qui se sont adressés à lui, nous nous serions fait un devoir de la citer, ou même d'y renvoyer purement et simplement. Nous savons, d'ailleurs, que l'un des membres de l'expédition, M. Sonrel, a dû prier l'illustre physicien de lui confier, comme il l'avait déjà fait en 1867, l'appareil imaginé par lui pour contrôler directement la mesure de la densité de l'air, conclue de l'observation barométrique. (Note du Rapporteur.)

de Berne. M. Richard, constructeur de baromètres métalliques, a aussi imaginé un thermomètre, fondé à la fois sur la dilatabilité d'un liquide et sur l'élasticité d'un métal.

» *Hygrométrie.* — On emportera, outre le psychromètre, compris dans la précédente énumération, l'hygromètre à point de rosée et l'hygromètre à cheveu.

» *Barométrie.* — Elle sera représentée par deux baromètres à siphon Bunten, plus faciles à manier et à lire en ballon que le Fortin, et plusieurs baromètres anéroïdes.

» *Électrométrie.* — Cette question offre un intérêt particulier; mais elle est extrêmement délicate. Elle aurait besoin, pour être abordée avec quelque succès, d'être étudiée, pour des ascensions ultérieures, avec l'aide des hommes compétents, dont l'Académie compte, dans l'un de ses doyens, l'un des plus éminents. On peut conseiller aux aéronautes du 27 juin d'opérer, comme dans l'ascension de Gay-Lussac et Biot, au moyen d'un électroscope à feuille d'or, communiquant avec un fil métallique isolé, terminé soit par une pointe, soit par une boule, et suspendu au-dessous du ballon. Nous n'avons, d'ailleurs, pas besoin de recommander à nos jeunes aéronautes de noter toutes les circonstances qui se rapportent aux phénomènes électriques de l'atmosphère, tels que la hauteur et la forme des nuages orageux; le bruit de la foudre et son intensité; l'appréciation de la distance des nuées orageuses; la forme des éclairs se manifestant avec ou sans tonnerre; enfin, l'emploi du spectroscope et du polariscope pour l'étude de la lumière électrique.

» *Optique atmosphérique.* — Les phénomènes lumineux de l'atmosphère sont tellement variés, que nous ne pouvons qu'énumérer ici les recherches de ce genre que peut favoriser un voyage aérostatique.

» D'abord, la *cyanométrie*, ou l'étude des teintes variables de l'atmosphère; expériences sur la mesure des lueurs crépusculaires; l'application du spectroscope à la recherche des prédominances de telle ou telle teinte dans les diverses régions du ciel;

» L'étude de la polarisation de l'air serein, et la détermination des points neutres : l'influence du voisinage des nuages sur la production de ces phénomènes;

» Enfin, l'étude des arcs-en-ciel, des halos, des couronnes, des *cercles d'Ulloa*, des *spectres du Brocken*, etc.

» Toutes ces expériences (pour lesquelles nos jeunes physiciens doivent lire avec attention les travaux de Brewster, d'Arago, de Biot, de Forbes, de

Tyndall, de Babinet, de Bravais, et, tout particulièrement, les admirables *Instructions* de ce dernier savant, publiées dans l'*Annuaire météorologique*) pourront s'exécuter, soit par des appareils très-simples, soit au moyen du spectroscope et du polariscope qui leur sont confiés.

» *Transmission dans l'air des sons d'acuité différente.* — Des expériences destinées à faire apprécier les différences possibles dans la vitesse de ces transmissions sont préparées par un physicien distingué et bien connu de l'Académie, M. Lissajous, qui s'est entendu avec M. Sonrel, pour la réalisation de ces expériences nouvelles et délicates.

» *Composition de l'air à diverses hauteurs.* — La faible élévation qu'atteindra probablement le *Pôle-Nord* dans cette première ascension ne nous ferait attacher qu'un médiocre intérêt à ce qu'il soit recueilli de l'air. Néanmoins, ne fût-ce que pour l'essai des appareils, deux ballons, dans lesquels le vide aura été préalablement fait, seront remis aux voyageurs, et devront être remplis au moment où ils commenceront leur descente.

» *Ozonométrie.* — Quelle que soit la cause qui produit, avec des intensités variables, la coloration du papier imprégné d'iodure de potassium, il y a intérêt à mesurer cette coloration dans les diverses conditions où se trouvera placé l'aérostat.

» Pendant la nuit, la lecture des divers instruments sera facilitée par l'emploi du tube de Geissler et de la lampe de Davy.

» Bien que les recherches astronomiques ne jouent à peu près aucun rôle dans l'expédition projetée, le transport d'un chronomètre donnera, nous l'espérons, aux voyageurs le moyen de noter exactement l'heure de l'apparition de quelques étoiles principales; l'emploi d'une lunette astronomique permettra de faire des observations lunaires (1), et celui du sextant de prendre des mesures angulaires.

» Enfin, on devra mentionner avec soin les phénomènes inattendus, tels qu'apparition d'étoiles filantes, phénomènes lumineux, etc.; et un dessinateur, M. A. Tissandier, sera spécialement chargé de reproduire toutes ces apparences, comme aussi les formes des nuages, les effets divers de réfraction, etc.

» Pour la conduite de l'aérostat, on emportera des boussoles, une carte de France très-détaillée, une carte d'Europe, la carte des phares, etc.

» Ajoutons, en terminant, que les observations faites sur le *Pôle-Nord*

---

(1) Le 27 juin sera le dix-huitième jour de la Lune, et l'astre se lèvera, à l'horizon de Paris, à $10^h\,28^m$ du soir.

ne seront pas isolées. En effet, un second ballon, beaucoup plus petit, partira à peu près en même temps que lui. Il aura à son bord un observateur muni d'un chronomètre, qui sera chargé de faire des lectures barométriques et thermométriques à des altitudes tantôt plus grandes, tantôt plus petites, mais différentes de celles où planera le grand aérostat.

» De son côté, la Société Météorologique de France écrit à ses nombreux correspondants de la France et de l'étranger, en les priant de vouloir bien faire, de demi-heure en demi-heure, d'heure en heure, ou de deux heures en deux heures (suivant leurs moyens de travail) des observations correspondantes, durant les vingt-quatre heures qui commenceront le 27 juin, à 4 heures du soir. La Commission chargée par M. le Ministre de l'Instruction publique de l'organisation de l'Observatoire météorologique de Montsouris ne sera pas la dernière ni la moins empressée à seconder les efforts de nos ascensionnistes.

» Si donc à ces moyens extérieurs de contrôle et de comparaison nous ajoutons les ressources personnelles que présente la réunion de ces jeunes savants, dont plusieurs ont donné déjà des témoignages de savoir et de talent, et dont la plupart ont subi plusieurs fois l'épreuve d'une navigation aérostatique, sans soumettre, pour cette fois, à l'Académie de conclusions formelles, nous exprimerons ici, en son nom, l'espoir que, malgré le sentiment de modestie qui les porte à ne considérer leur nouvelle tentative que comme un *voyage d'essai*, ils en rapporteront, si le temps les favorise, des documents intéressants pour l'histoire de l'atmosphère, et, tout au moins, les éléments nécessaires pour préparer un jour, avec toutes les chances de succès, des ascensions entreprises dans d'autres conditions, à des heures choisies par eux-mêmes et susceptibles de répondre à toutes les exigences de la science. »

2° *Observations sur la loi du mouvement d'ascension et sur les variations de densité de l'air; par* M. LE GÉNÉRAL MORIN.

« La loi géométrique du mouvement d'ascension et de transport horizontal des ballons peut être obtenue graphiquement par un ou plusieurs observateurs placés à terre, en opérant d'après la méthode indiquée dans une Note lue à l'Académie des Sciences le 28 septembre 1868. Un des observateurs pourrait être placé sur l'École Militaire, l'autre sur le dôme des Invalides.

» Il serait nécessaire de déterminer à terre, un instant avant le départ, la force ascensionnelle du ballon.

» La vitesse variable d'ascension du ballon peut être déterminée à chaque instant, soit à l'aide d'anémomètres observés à différents moments, soit mieux à l'aide d'anémomètres totalisateurs à compteur électrique : mais ces observations doivent être faites par un temps calme. »

3° *Partie physiologique du Rapport; par* **M. Larrey.**

« Les expériences à faire portent principalement sur la respiration, la circulation et l'audition.

» *Respiration.* — L'expérimentateur commencera, quelques jours avant l'ascension, par compter exactement le nombre des mouvements respiratoires à divers moments de la journée, de manière à établir la moyenne normale. Il tiendra compte ainsi de l'influence de l'émotion sur le rhythme respiratoire, au moment de l'ascension.

» Mais, à mesure qu'il s'élèvera davantage, et pendant la durée du mouvement, il poursuivra, autant que possible, ses observations, en rattachant chacune d'elles à la hauteur de la colonne barométrique. C'est surtout dans les régions les plus élevées de l'atmosphère que ces observations devront être multipliées, afin de bien constater la précision des résultats.

» L'expérimentateur notera aussi ses sensations respiratoires, suivant que la respiration sera plus ou moins libre, facile, prolongée, ou s'il éprouve de la gêne, de l'oppression, de la dyspnée, etc.

» *Circulation.* — Les mêmes recherches sont applicables à la circulation, puisque le nombre des pulsations varie aux diverses heures de la journée et s'accélère considérablement sous l'influence des impressions morales.

» L'expérimentateur devra donc, quelques jours avant l'ascension, faire quatre observations quotidiennes : 1° au lever; 2° après le déjeuner; 3° après le dîner; 4° avant le coucher, en dressant un tableau synoptique et détaillé de ses diverses observations.

» Il notera le nombre des pulsations, au moment du départ, et il aura soin, ensuite, de rapporter chaque observation de ce genre à celle qu'il aura faite sur les mouvements de la respiration (attendu qu'il y a, entre ces deux ordres de phénomènes, un rapport à peu près constant). Il ferait bien de prendre toujours successivement, c'est-à-dire dans le même temps, le nombre des mouvements respiratoires et le nombre des pulsations artérielles, isochrones aux battements du cœur.

» Il tiendra compte enfin des sensations circulatoires, c'est-à-dire de l'énergie ou de la faiblesse des battements du cœur, s'il éprouve ou non

des palpitations, dans quelles circonstances et à quelle hauteur ascensionnelle.

» *Audition.* — L'expérimentateur aura soin, aux diverses élévations, de prendre note de ses sensations auditives, tirées du son de la voix de ses compagnons de voyage et des sons ou des bruits de toute sorte, coups de sifflet, jeu d'instrument de musique, etc.

» Il appréciera aussi les effets des bourdonnements ou des tintements d'oreilles, de la céphalalgie, de la pesanteur de tête, de la somnolence, de l'excitation cérébrale, du sentiment de bien-être ou de malaise, etc., suivant les diverses périodes de l'ascension aérostatique.

» Telles sont les principales recherches physiologiques que M. A. Tardieu saura, non-seulement entreprendre et accomplir, mais, au besoin, varier et compléter suivant les circonstances. Il a établi un plan méthodique d'observation, bien en rapport avec ce programme, et il le suivra, espérons-le, avec toutes chances de succès. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Essai sur une théorie rationnelle de l'équilibre des terres fraîchement remuées et ses applications au calcul de la stabilité des murs de soutènement.* Mémoire de **M. Maurice Levy**, présenté par M. de Saint-Venant. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Combes, Serret, O. Bonnet, de Saint-Venant, Phillips.)

« Les formules ou règles géométriques d'après lesquelles les Ingénieurs français calculent l'épaisseur des grands murs de soutènement sont dues au Colonel Audoy, au Général Poncelet, et à M. de Saint-Guilhem. Elles sont toutes fondées sur cette double hypothèse, due à Coulomb : que, dans un massif de terre dont l'équilibre se rompt, les surfaces de glissement ou de *rupture des terres* sont planes et détachent du massif des prismes exerçant sur les murs qui les soutiennent des pressions maxima.

» En soumettant ces hypothèses à l'analyse, j'ai reconnu que, sauf dans deux cas très-particuliers, elles sont mathématiquement incompatibles. Malgré cela, on éprouve une certaine hésitation à les rejeter, à cause de l'autorité des noms qui s'y attachent et parce qu'elles sont extrêmement ingénieuses, et enfin parce qu'il semble, au premier abord, qu'on ne sau-

rait les abandonner sans les remplacer par d'autres hypothèses plus ou moins douteuses, et sujettes à leur tour à être condamnées par une analyse mathématique rigoureuse. Il n'en est heureusement pas ainsi : on peut, en se passant de toute hypothèse, étudier les surfaces de glissement des terres en toute rigueur, et sans aucune idée préconçue, quant à leur forme ou à leur nature.

» Posée dans ces termes, la question devient toute rationnelle et acquiert un véritable intérêt scientifique, tout en conduisant, dans les cas ordinaires de la pratique, à des formules et à des constructions géométriques plus simples que celles dont les Ingénieurs ont l'habitude de se servir.

» J'étudie l'état d'équilibre des terres au moment où elles sont sur le point de glisser. Je montre que cet état est le seul qui intéresse le constructeur, qu'il est complétement défini, et qu'on peut l'étudier sans hypothèse.

» Dans un massif de terre de forme cylindrique ou prismatique, en appelant N_1 et T, N_2 et T les actions normales et tangentielles sur un élément plan vertical et sur un élément plan horizontal, on a, pour déterminer les trois fonctions N_1, N_2 et T, les trois équations

$$(1)\qquad \left\{\begin{aligned} &\frac{dN_1}{dx}+\frac{dT}{dy}=0,\\ &\frac{dT}{dx}+\frac{dN_2}{dy}=\Pi,\\ &4T^2+(N_2-N_1)^2=\sin^2\varphi\,(N_2+N_1)^2, \end{aligned}\right.$$

où Π est le poids du mètre cube des terres et $\tang\varphi$ leur coefficient de frottement.

» De ces équations on déduit ces propriétés importantes : que les *courbes de glissement* des terres coupent sous un angle constant les *lignes isostatiques*, c'est-à-dire celles qui ne supportent que des pressions normales, et que le rapport des pressions normales que supportent les deux éléments isostatiques passant en chaque point est lui-même constant. Ces propriétés sont vraies, quelle que soit la surface qui termine le massif des terres.

» Je résous ensuite les équations (1) dans le cas d'un massif terminé par un talus plan indéfini, formant avec l'horizon un angle quelconque ω. En appelant h la distance verticale du point considéré au talus plan qui termine les terres, et en posant, pour abréger,

$$R=\cos 2\omega+\sin^2\varphi-2\cos\varphi\sqrt{\sin(\varphi+\omega)\sin(\varphi-\omega)},$$

je trouve

$$(2)\quad \begin{cases} N_1 = \dfrac{\Pi h \cos^2\omega}{\cos^2\varphi} R, \\ N_2 = \dfrac{\Pi h}{\cos^2\varphi}(\cos^2\varphi + R\sin^2\omega), \\ T = \dfrac{\Pi h \sin\omega\cos\omega}{\cos^2\varphi} R. \end{cases}$$

» Je transforme ces équations de manière à leur donner une signification géométrique; je les applique aux murs de soutènement. J'examine notamment les deux cas qui se présentent le plus souvent dans la pratique : celui d'un mur vertical soutenant des terres terminées par le talus de raideur limite et celui d'un mur ayant un fruit postérieur $\mathcal{E} = \frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2}$, soutenant des terres terminées en haut par une plate-forme horizontale (*).

» Je trouve, dans le premier cas,

$$Q = \frac{1}{2} \Pi H^2 \cos\varphi,$$

et, dans le second,

$$Q = \frac{1}{2} \Pi H^2 \frac{\sin\mathcal{E}}{\cos^2\mathcal{E}},$$

pour la pression totale Q exercée sur le mur dont la hauteur est H.

» Enfin je montre que dans ces deux cas ma théorie coïncide avec celle de Coulomb; que, dans tout autre cas, les hypothèses de Coulomb sont mathématiquement incompatibles, tandis que ma théorie donne toujours des formules simples, exactes ou approchées.

» L'étude rationnelle de la répartition des pressions à l'intérieur d'un massif indéfini, dans le cas particulier où la surface libre est horizontale, avait déjà été faite par un ingénieur allemand, M. le Dr Scheffler. C'est la lecture de ce remarquable travail qui m'a donné la première idée des recherches que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie. »

M. **Kolb** soumet au jugement de l'Académie un nouveau procédé pour l'essai des pyrites de fer : ce procédé diffère de celui de M. Pelouze, par la substitution de l'oxyde de cuivre au chlorate de potasse : il donne des résultats exacts, à la condition de rester dans des limites de température qu'on apprécie facilement au bout de cinq ou six essais préliminaires.

(Commissaires : MM. Chevreul, Peligot, H. Sainte-Claire Deville.)

(*) C'est M. de Saint-Venant qui m'a fait remarquer avec quelle simplicité ce dernier cas se déduit de ma théorie.

M. Bouley transmet à l'Académie un Mémoire manuscrit, accompagné d'un Atlas de planches, qui lui avait été adressé par M. *Mégnin*, pour le concours des prix de Médecine et de Chirurgie (fondation Montyon), avec le titre « Iconographie des insectes parasites de l'homme et des animaux domestiques. »

(Renvoi à la Commission.)

M. Charrière adresse la description de quelques modifications apportées à l'appareil de sauvetage pour les incendies, qu'il a soumis au jugement de l'Académie.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. Leprêtre adresse quelques nouveaux détails sur les moyens qu'il a proposés pour la destruction des *mans* ou vers blancs.

(Renvoi à la Section d'Économie rurale.)

M. Savary adresse une Note concernant « la pile à eau régale, au vingtième d'acide azotique », et « l'emploi du cuivre zingué dans les piles voltaïques ».

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. A. Fasci adresse un « Mémoire sur une méthode générale pour la détermination du point observé et des courants à la surface des mers, etc. ».

(Commissaires : MM. de Tessan, Pâris, Jurien de la Gravière.)

M. Bianchi adresse une Note concernant les observations faites par *M. Musset*, d'un aplatissement du tronc des arbres dicotylédonés, du nord au sud.

(Commissaires : MM. Brongniart, Decaisne, Duchartre.)

M. Guérineau-Aubry adresse une Note relative à une nouvelle machine, utilisant d'une manière particulière la chaleur produite par le frottement.

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

M. Rougier soumet au jugement de l'Académie un Mémoire manuscrit portant pour titre : « Traité des épidémies ».

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

M. Armand adresse une Note relative à la préparation d'une liqueur extraite du cresson.

(Renvoi à la Section de Médecine et de Chirurgie.)

M. Tremeschini adresse le résultat d'observations faites par lui sur les taches solaires.

(Renvoi à la Section d'Astronomie.)

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre de l'Instruction publique autorise l'Académie à prélever, conformément à sa demande, sur les reliquats disponibles des fonds Montyon, les sommes destinées à divers travaux scientifiques.

M. le Ministre de l'Instruction publique transmet à l'Académie le résultat des décisions qui ont été prises au sujet des travaux d'installation de la bibliothèque Delessert dans les bâtiments de l'Institut.

La Société des Sciences de Finlande fait hommage à l'Académie de divers ouvrages qui seront mentionnés au *Bulletin bibliographique*.

MM. Favre, Bérigny, Gerbe, Rambosson, Villemin adressent à l'Académie leurs remercîments, pour les récompenses dont leurs travaux ont été l'objet dans la séance publique du 14 juin 1869.

Mme Janssen exprime à l'Académie le regret qu'éprouvera M. Janssen de n'avoir pu assister à la séance dans laquelle le prix Lalande lui a été décerné. Des études magnétiques dans l'est de l'Hymalaya ont encore retardé son retour, qui aura lieu sans doute dans le commencement de juillet.

ANALYSE. — *Sur les équations simultanées aux différences partielles du premier ordre.* Note de **M. Korkine**, présentée par M. Bertrand.

« Parmi plusieurs méthodes fécondes que Bour a proposées dans son Mémoire sur les équations différentielles (*), une des plus remarquables

(1) *Journal de l'École Polytechnique*, 39e cahier; 1862.

est celle qu'il a désignée sous le nom de la *Seconde méthode d'abaissement*, et dont il attribue l'idée première à Jacobi.

» Les développements que Bour a fait sur ce sujet peuvent servir de base à une méthode générale d'intégration des équations simultanées aux différences partielles du premier ordre, dont je vais exposer ici le procédé.

» Soient $q_1, q_2, \ldots, q_n$ les variables indépendantes; V leur valeur inconnue;

$$p_1 = \frac{dV}{dq_1}, \quad p_2 = \frac{dV}{dq_2}, \ldots, \quad p_n = \frac{dV}{dq_n}$$

les dérivées partielles de V; $f_1, f_2, \ldots, f_i$, les fonctions données de

$$q_1, q_2, \ldots, q_n, \quad V, \quad p_1, p_2 \ldots, p_n,$$

qui satisfont *identiquement* à l'équation

$$\begin{aligned}&\frac{df_k}{dq_1}\frac{df_l}{dp_1} - \frac{df_k}{dp_1}\frac{df_l}{dq_1} + \frac{df_k}{dq_2}\frac{df_l}{dp_2} - \frac{df_k}{dp_2}\frac{df_l}{dq_2} + \ldots + \frac{df_k}{dq_n}\frac{df_l}{dp_n} - \frac{df_k}{dp_n}\frac{df_l}{dq_n} \\ &\quad + \frac{df_k}{dV}\left(p_1\frac{df_l}{dp_1} + p_2\frac{df_l}{dp_2} + \ldots + p_n\frac{df_l}{dp_n}\right) - \frac{df_l}{dV}\left(p_1\frac{df_k}{dp_1} + p_2\frac{df_k}{dp_2} + \ldots + p_n\frac{df_k}{dp_n}\right) = 0,\end{aligned}$$

pour toutes les valeurs des indices k et l contenues dans la suite 1, 2, 3,..., i; enfin $a_1, a_2, \ldots, a_i$ des constantes quelconques, le nombre i étant moindre que n, ou égal à n.

» Supposons de plus que les équations

$$(1) \qquad f_1 = a_1, \quad f_2 = a_2, \ldots, \quad f_i = a_i$$

ne donnent par l'élimination de $p_1, p_2, \ldots, p_n$, V aucune relation entre $q_1, q_2, \ldots, q_n$.

» Ces équations ont une solution commune, et pour la déterminer il faut procéder comme il suit :

» Intégrons une des équations (1), par exemple $f_1 = a_1$, et supposons d'abord qu'aucune des quantités $p_1, p_2, \ldots$ ne manque dans la fonction f_1. Soit

$$(2) \qquad V = F(q_1, q_2, \ldots, q_n, \alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_{n-1}, A)$$

une intégrale complète de l'équation $f_1 = a_1$, contenant n constantes arbitraires $\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_{n-1}$, A indépendantes entre elles. L'intégrale générale s'en déduit en regardant une de ces constantes, par exemple A, comme une fonction arbitraire des autres $\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_{n-1}$, et ces dernières comme des

fonctions de $q_1, q_2, \ldots, q_n$, qui satisfont aux équations

(3) $$\frac{dF}{d\alpha_1} + \frac{dF}{dA}\frac{dA}{d\alpha_1} = 0, \quad \frac{dF}{d\alpha_2} + \frac{dF}{dA}\frac{dA}{d\alpha_2} = 0, \ldots, \quad \frac{dF}{d\alpha_{n-1}} + \frac{dF}{dA}\frac{dA}{d\alpha_{n-1}} = 0.$$

Pour que la valeur (2) de V soit une intégrale complète, il faut qu'il soit impossible de déduire des équations (3), par l'élimination de $q_1, q_2, \ldots, q_n$, aucune relation de la forme

$$\Pi\left(\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_{n-1}, A, \frac{dA}{d\alpha_1}, \frac{dA}{d\alpha_1}, \ldots, \frac{dA}{d\alpha_{n-1}}\right) = 0$$

indépendante de $q_1, q_2, \ldots, q_n$. C'est dans ce sens que j'ai entendu l'indépendance des constantes $\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_{n-1}$, A.

» L'intégrale générale de l'équation $f_1 = a_1$ est exprimée par l'ensemble des équations (2) et (3). Substituons-la dans toutes les équations du système (1).

» A ce effet, résolvons les équations

(4) $$\begin{cases} F(q_1, q_2, \ldots, q_n, \alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_{n-1}, A) = V, \ \dfrac{dF}{dq_1} = p_1, \ \dfrac{dF}{dq_2} = p_2, \ldots, \ \dfrac{dF}{dq_n} = p_n, \\ \dfrac{dF}{d\alpha_1} + \dfrac{dF}{dA}\dfrac{dA}{d\alpha_1} = 0, \quad \dfrac{dF}{d\alpha_2} + \dfrac{dF}{dA}\dfrac{dA}{d\alpha_2} = 0, \ldots, \quad \dfrac{dF}{d\alpha_{n-1}} + \dfrac{dF}{dA}\dfrac{dA}{d\alpha_{n-1}} = 0, \end{cases}$$

par rapport aux quantités

(5) $$q_2, q_3, \ldots, q_n, \quad V_1, \quad p_1, p_2, \ldots, p_n,$$

ce qui est toujours possible. Les quantités (5) s'exprimeront en fonctions de

$$q_1, \alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_{n-1}, A, \frac{dA}{d\alpha}, \frac{dA}{d\alpha_2}, \ldots, \frac{dA}{d\alpha_{n-1}}.$$

Substituons leurs valeurs dans les équations (1). La première d'elles, $f_1 = a_1$, deviendra une identité. Quant aux autres, elles ne contiendront plus de la variable q_1, de sorte que, si $F_2, F_3, \ldots, F_i$ sont les valeurs respectives $f_2, f_3, \ldots, f_i$ après la substitution, les quantités $F_2, F_3, \ldots, F_i$ ne dépendent que de

$$\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_{n-1}, A, \frac{dA}{d\alpha_1}, \frac{dA}{d\alpha_2}, \ldots, \frac{dA}{d\alpha_{n-1}}.$$

Ainsi le système proposé consistant en i équations et contenant n variables indépendantes $q_1, q_2, \ldots, q_n$ sera transformé dans le suivant :

(6) $$F_2 = a_2, \quad F_3 = a_3, \ldots, \quad F_i = a_i,$$

dont le nombre des équations est $i - 1$, et celui des variables indépen-

dantes $n-1$, ces dernières étant $\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_{n-1}$. La fonction inconnue dans les équations (6) est A.

» Il est remarquable que le système (6) présente les mêmes circonstances que le proposé, c'est-à-dire, en désignant, pour abréger, les quantités

$$\frac{dA}{d\alpha_1}, \frac{dA}{d\alpha_2}, \ldots, \frac{dA}{d\alpha_{n-1}}$$

respectivement par $\beta_1, \beta_2, \ldots, \beta_{n-1}$, l'équation

$$\begin{aligned}\frac{dF_k}{d\alpha_1}\frac{dF_l}{d\beta_1} - \frac{dF_k}{d\beta_1}\frac{dF_l}{d\alpha_1} + \frac{dF_k}{d\alpha_2}\cdot\frac{dF_l}{d\beta_2} - \frac{dF_k}{d\beta_2}\frac{dF_l}{d\alpha_2} + \ldots + \frac{dF_k}{d\alpha_{n-1}}\frac{dF_l}{d\beta_{n-1}} - \frac{dF_k}{d\beta_{n-1}}\frac{dF_l}{d\alpha_{n-1}} \\ + \frac{dF_k}{dA}\left(\beta_1\frac{dF_k}{dA} + \beta_2\frac{dF_l}{d\beta_2} + \ldots + \beta_{n-1}\frac{dF_l}{d\beta_{n-1}}\right) \\ - \frac{dF_l}{dA}\left(\beta_1\frac{dF_k}{d\beta_1} + \beta_2\frac{dF_k}{d\beta_2} + \ldots + \beta_{n-1}\frac{dF_k}{d\beta_{n-1}}\right) = 0\end{aligned}$$

aura lieu *identiquement* pour toutes les valeurs des indices k et l comprises dans la suite $2, 3, \ldots, i$.

» Tout se réduit donc à trouver A comme fonction de $\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_{n-1}$ qui satisfait aux équations (6). Connaissant la valeur de A, on aura celle de V en résolvant les équations (3) par rapport à $\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_{n-1}$ qui seront exprimées alors en fonctions de $q_1, q_2, \ldots, q_n$ et des quantités qui figurent dans la fonction A, supposée connue.

» En vertu des valeurs de $\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_{n-1}$, A, comme leur fonction sera aussi exprimée en $q_1, q_2, \ldots, q_n$, en substituant les valeurs trouvées de $\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_{n-1}$, A dans l'équation (2) on aura l'expression cherchée de V.

» Or, pour déterminer A, nous n'avons qu'à traiter le système (6) absolument de la même manière que le proposé. En intégrant une de ses équations, par exemple $F_2 = a_2$, on le transformera dans une autre, dont le nombre des équations sera $i-2$ et celui des variables indépendantes $n-2$, la fonction inconnue étant nouvelle. En continuant de procéder toujours de la même manière et de passer de système en système on se trouvera réduit à la fin à une seule équation dont le nombre des variables indépendantes sera $n-i+1$. Son intégrale complète contiendra $n-i+1$ constantes arbitraires indépendantes entre elles. Connaissant cette intégrale, nous trouverons, au moyen des différentiations et des simples opérations algébriques, les fonctions inconnues de tous les systèmes par lesquels nous avons passé. Nous avons aussi la valeur de V dans laquelle figureront les

$n - i + 1$ constantes mentionnées. Soit

$$(7) \qquad V = \varphi(q_1, q_2, \ldots, q_n, h_1, h_2 \ldots, h_{n-i}, H)$$

cette valeur, $h_1, h_2, \ldots, h_{n-i}$, H étant les contantes. On aura la valeur la plus générale de V en regardant H comme fonction de $h_1, h_2, \ldots, h_{n-i}$ et combinant l'équation (7) avec celles-ci

$$\frac{d\varphi}{dh_1} + \frac{d\varphi}{dH}\frac{dH}{dh_1} = 0, \quad \frac{d\varphi}{dh_2} + \frac{d\varphi}{dH}\frac{dH}{dh_2} = 0, \ldots, \quad \frac{d\varphi}{dh_{n-i}} + \frac{d\varphi}{dH}\frac{dH}{dh_{n-i}} = 0.$$

» Supposons maintenant que quelques-unes des quantités $p_1, p_2, \ldots, p_n$, par exemple $p_1, p_2, \ldots, p_k$, manquent dans la fonction f_1. Alors, dans l'intégrale complète de l'équation $f_1 = a_1$, les quantités $q_1, q_2, \ldots, q_k$ figureront comme constantes. Soit

$$V = F(q_{k+1}, q_{k+2}, \ldots, q_n, \alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_{n-k-1}, q_1, q_2, \ldots, q_k, A)$$

cette intégrale, $\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_{n-k-1}$, A étant des constantes arbitraires introduites par l'intégration.

» La modification qui est à faire dans la méthode, consiste à prendre au lieu des équations (4) les suivantes :

$$(8) \begin{cases} F = v, \ \dfrac{dF}{dq_{k+1}} = p_{k+1}, \ \dfrac{dF}{dq_{k+2}} = p_{k+2}, \ldots, \ \dfrac{dF}{dq_n} = p_n, \\ \dfrac{dF}{dq_1} + \dfrac{dF}{dA} \cdot \dfrac{dA}{dq_1} = p_1, \ \dfrac{dF}{dq_2} + \dfrac{dF}{dA} \cdot \dfrac{dA}{dq_2} = p_2, \ldots, \ \dfrac{dF}{dq_k} + \dfrac{dF}{dA} \cdot \dfrac{dA}{dq_k} = p_k, \\ \dfrac{dF}{d\alpha_1} + \dfrac{dF}{dA} \cdot \dfrac{dA}{d\alpha_1} = 0, \ \dfrac{dF}{d\alpha_2} + \dfrac{dF}{dA} \cdot \dfrac{dA}{d\alpha_2} = 0, \ldots, \ \dfrac{dF}{d\alpha_{n-k-1}} + \dfrac{dF}{dA} \cdot \dfrac{dA}{d\alpha_{n-k-1}} = 0, \end{cases}$$

dans lesquelles A est regardé comme fonction de

$$\alpha_1, a_2, \ldots, \alpha_{n-k-1}, q_1, q_2, \ldots, q_k.$$

» Résolvons les équations (8) dont le nombre est $2n - k$ par rapport à autant d'inconnues

$$p_1, p_2, \ldots, p_n, \quad V, \quad q_{k+2}, q_{k+3}, \ldots, q_n,$$

et substituons les expressions trouvées de ces inconnues dans les équations du système proposé. La première $f_1 = a_1$ sera une identité. Les autres après la transformation

$$f_2 = a_2, \quad f_3 = a_3, \ldots, \quad f_i = a_i$$

ne dépendront que des quantités

$$\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_{n-k-1}, q_1, q_2, \ldots, q_k, A, \frac{dA}{d\alpha_1}, \frac{dA}{d\alpha_2}, \ldots, \frac{dA}{d\alpha_{n-k-1}}, \frac{dA}{dq_1}, \frac{dA}{dq_2}, \ldots, \frac{dA}{dq_k},$$

et la variable q_{k+1} disparaîtra totalement. »

MÉCANIQUE. — *Sur une transformation des coordonnées de trois corps dans laquelle figurent les moments d'inertie.* Note de **M. R. Radau**, présentée par M. Bertrand.

« Soient x_1, x_2, x_3 les distances de trois masses à un plan mené par leur centre de gravité, et faisons

$$\mathrm{x}_1 = x_2 - x_3, \quad \mathrm{x}_2 = x_3 - x_1, \quad \mathrm{x}_3 = x_1 - x_2,$$

$$\mathrm{M} = m_1 + m_2 + m_3, \quad \mathrm{m}^2 = \frac{m_1 m_2 m_3}{\mathrm{M}}.$$

Nous aurons

$$\sum mx = 0, \quad \sum \mathrm{x} = 0,$$

et

$$\sum mx^2 = \mathrm{m}^2 \sum \frac{\mathrm{x}^2}{m} = \frac{\mathrm{M}}{m_1} \frac{m_1^2 x_1^2 + \mathrm{m}^2 \mathrm{x}_1^2}{m_2 + m_3} = \ldots.$$

» Il s'ensuit que les formes quadratiques telles que les moments d'inertie, la force vive, les aires ou vitesses aréolaires, etc., ne changent pas de valeur lorsqu'on y remplace les variables $m_i x_i$, $m_i y_i, \ldots$ par $\mathrm{m}\,\mathrm{x}_i$, $\mathrm{m}\,\mathrm{y}_i, \ldots$. On peut encore exprimer les deux espèces de coordonnées (x, x) par la variable $\mathrm{S} = \sum m x^2$ et par un angle auxiliaire ψ, en posant

$$\sqrt{\frac{\mathrm{M}m_1}{m_2 + m_3}}\, x_1 = \sqrt{\mathrm{S}} \sin(\psi + \mu_1), \quad \sqrt{\frac{m_2 m_3}{m_2 + m_3}}\, \mathrm{x}_1 = \sqrt{\mathrm{S}} \cos(\psi + \mu_1), \ldots,$$

pourvu que les différences des constantes μ_1, μ_2, μ_3 soient déterminées par les formules

$$\operatorname{tang}(\mu_2 - \mu_3) = \frac{m_1}{\mathrm{m}}, \quad \sin(\mu_2 - \mu_3) = \frac{-\sqrt{\mathrm{M}m_1}}{\sqrt{(m_3 + m_1)(m_1 + m_2)}},$$

$$\cos(\mu_2 - \mu_3) = \frac{-\sqrt{m_2 m_3}}{\sqrt{(m_3 + m_1)(m_1 + m_2)}}, \ldots.$$

» Si nous définissons l'angle ψ comme fonction des coordonnées, les constantes μ se déterminent complétement; ainsi, lorsqu'on fait

$$\operatorname{tang}\psi = \frac{\frac{1}{\mathrm{m}} \sum x}{\sum \frac{\mathrm{x}}{m}},$$

il vient

$$\operatorname{tang}\mu_1 = \frac{m_1}{\mathrm{m}} \frac{m_2 - m_3}{m_2 + m_3 - 2m_1}, \ldots.$$

» Prenons maintenant pour axes des coordonnées les axes d'inertie qui sont situés dans le plan des trois masses, nous aurons

$$\sum mxy = 0, \quad \sum \frac{\mathrm{xy}}{m} = 0,$$

les moments d'inertie principaux seront

$$\mathrm{A} = \sum my^2, \quad \mathrm{B} = \sum mx^2, \quad \mathrm{C} = \mathrm{A} + \mathrm{B} = \sum mr^2 = \mathrm{m}^2 \sum \frac{\mathrm{r}^2}{m},$$

et en désignant par $a = \sqrt{\mathrm{A}}$, $b = \sqrt{\mathrm{B}}$, $c = \sqrt{\mathrm{C}}$ les rayons d'inertie, nous pourrons poser

$$\sqrt{\frac{\mathrm{M}m_1}{m_2+m_3}}\, x_1 = b \sin(\psi + \mu_1), \quad \sqrt{\frac{m_2 m_3}{m_2+m_3}}\, \mathrm{x}_1 = b \cos(\psi + \mu_1), \ldots$$

$$\sqrt{\frac{\mathrm{M}m_1}{m_2+m_3}}\, y_1 = a \cos(\psi + \mu_1), \quad \sqrt{\frac{m_2 m_3}{m_2+m_3}}\, \mathrm{y}_1 = -a \sin(\psi + \mu_1), \ldots$$

d'où

$$\frac{x_1^2}{b^2} + \frac{y_1^2}{a^2} = \frac{1}{m_1} - \frac{1}{\mathrm{M}}, \quad \frac{\mathrm{x}_1^2}{b^2} + \frac{\mathrm{y}_1^2}{a^2} = \frac{1}{m_2} + \frac{1}{m_3}, \ldots.$$

» Les trois corps se trouvent donc sur trois ellipses semblables dont les axes sont proportionnels aux rayons d'inertie et dans lesquelles les différences des anomalies excentriques sont constantes. Soit encore Δ le double du triangle (m_1, m_2, m_3), on aura

$$\Delta = \frac{ab}{\mathrm{m}} = \mathrm{y}_1 \mathrm{x}_2 - \mathrm{y}_2 \mathrm{x}_1 = \mathrm{M} \frac{y_1 x_2 - y_2 x_1}{m_3} = \ldots.$$

En différentiant les expressions des coordonnées, on trouve

$$x' = x \frac{b'}{b} + y \frac{b}{a} \psi', \quad y' = y \frac{a'}{a} - x \frac{a}{b} \psi'.$$

» Si l'on désigne par z^0 la rotation des deux axes dans leur plan, par x^0, y^0 les rotations du plan autour des axes, la force vive du système peut s'écrire

$$2\mathrm{T} = \sum m(x' - y z^0)^2 + \sum m(y' + x z^0)^2 + \mathrm{A} x^{0^2} + \mathrm{B} y^{0^2}.$$

Soit encore I l'inclinaison du plan des trois corps sur le plan invariable,

φ l'angle que l'axe des x fait avec la ligne des nœuds, le principe des aires donnera

$$Ax^0 = K\sin I\sin\varphi,\quad By^0 = K\sin I\cos\varphi,\quad \frac{dT}{dz^0} = K\cos I,$$

et l'on trouvera

$$2T = a'^2 + b'^2 + c^2(\psi'^2 + z^{0^2}) - 4ab\psi' z^0 + K^2\sin^2 I\left(\frac{\sin^2\varphi}{a^2} + \frac{\cos^2\varphi}{b^2}\right).$$

On pourrait donc exprimer T et U par les variables a, b, φ, ψ, $\frac{dT}{da'}$, $\frac{dT}{db'}$, $\frac{dT}{d\psi'} = \varpi$, $\frac{dT}{d\varphi'} = \frac{dT}{dz^0} = \pi$, et l'on arriverait ainsi aux formules que M. Scheibner a publiées récemment sans démonstration. Si nous combinons les variables φ, ψ, π, ϖ avec $\sigma = a + b$, $\delta = a - b$, $\sigma_0 = \frac{dT}{d\sigma'}$, $\delta_0 = \frac{dT}{d\delta'}$, nous avons

$$T = \sigma_0^2 + \delta_0^2 + \left(\frac{\pi + \varpi}{2\sigma}\right)^2 + \left(\frac{\pi - \varpi}{2\delta}\right)^2 + 2(K^2 - \pi^2)\frac{\sigma^2 + \delta^2 + 2\sigma\delta\cos 2\varphi}{(\sigma^2 - \delta^2)^2},$$

$$U = \sum \frac{2m_2m_2\sqrt{\frac{m_2m_3}{m_2 + m_3}}}{\sqrt{\sigma^2 + \delta^2 - 2\sigma\delta\cos 2(\psi + \mu_1)}}.$$

Si nous posons

$$a = c\sin\frac{1}{2}\alpha,\quad b = c\cos\frac{1}{2}\alpha,$$

d'où

$$2m\Delta = c^2\sin\alpha,$$

nous pouvons combiner φ, ψ, π, ϖ avec c, α, $c_0 = \frac{dT}{dc'}$, $\alpha_0 = \frac{dT}{d\alpha'}$, et il vient

$$c^2T = \frac{1}{2}c^2c_0^2 + 2\alpha_0^2 + \frac{\pi^2 + \varpi^2 - 2\pi\varpi\sin\alpha}{2\cos^2\alpha} + (K^2 - \pi^2)\frac{1 - \cos\alpha\cos 2\varphi}{\sin^2\alpha},$$

$$cU = \sum \frac{m_2m_3\sqrt{\frac{2m_2m_3}{m_2 + m_3}}}{\sqrt{1 + \cos\alpha\cos 2(\psi + \mu_1)}}.$$

L'équation

$$\frac{dc_0}{dt} = -\frac{d\Pi}{dc}$$

donne d'ailleurs

$$\frac{1}{2}\frac{d^2c^2}{dt^2} = U + 2H,$$

où $H = T - U$. Ce système canonique est, sous une forme plus simple, celui que M. Weiler vient de faire connaître dans les *Nouvelles astronomiques*.

» Les constantes μ_1, μ_2, μ_3, définies plus haut, sont les mêmes qui entrent dans la transformation de Jacobi. En effet, si l'on pose

$$\sqrt{\frac{\mathrm{M}m_1}{m_2+m_3}}\,x_1=\xi\sin\mu_1+\xi_1\cos\mu_1,\quad \sqrt{\frac{m_2m_3}{m_2+m_3}}\,\mathrm{x}_1=\xi\cos\mu_1-\xi_1\sin\mu_1,\ldots,$$

$$\sqrt{\frac{\mathrm{M}m_1}{m_2+m_3}}\,y_1=\eta\sin\mu_1+\eta_1\cos\mu_1,\quad \sqrt{\frac{m_2m_3}{m_2+m_3}}\,\mathrm{y}_1=\eta\cos\mu_1-\eta_1\sin\mu_1,\ldots$$

(où il est permis de prendre l'une des constantes μ égale à zéro), on a

$$\sum mx^2=\xi^2+\xi_1^2;\quad \sum my^2=\eta^2+\eta_1^2;$$

et T se transforme d'une manière analogue. Si nous prenons pour variables les rayons vecteurs $p=\sqrt{\xi^2+\eta^2}$, $q=\sqrt{\xi_1^2+\eta_1^2}$, l'angle 2ψ compris entre p et q, et l'azimut φ de la bissectrice de l'angle 2ψ, compté à partir de la ligne des nœuds, il vient

$$2\mathrm{T}=p_0^2+q_0^2+\left(\frac{\pi+\varpi}{2p}\right)^2+\left(\frac{\pi-\varpi}{2q}\right)^2+\frac{\mathrm{K}^2-\pi^2}{\sin^2 2\psi}\left[\frac{\sin^2(\varphi-\psi)}{p^2}+\frac{\sin^2(\varphi+\psi)}{q^2}\right],$$

$$\mathrm{U}=\sum\frac{m_2m_3\sqrt{\dfrac{m_2m_3}{m_2+m_3}}}{\sqrt{p^2\cos^2\mu_1+q^2\sin^2\mu_1-pq\sin2\mu_1\cos2\psi}}.$$

C'est le premier des deux systèmes proposés par E. Bour. Si l'on pose

$$p=c\sin\frac{1}{2}\alpha,\quad q=c\cos\frac{1}{2}\alpha,$$

la force vive et la fonction des forces s'expriment par les formules suivantes :

$$c^2\mathrm{T}=\frac{1}{2}c^2c_0^2+2\alpha_0^2+\frac{\pi^2+\varpi^2+2\pi\varpi\cos\alpha}{2\sin^2\alpha}$$
$$+(\mathrm{K}^2-\pi^2)\frac{1-\cos2\varphi\cos2\psi-\cos\alpha\sin2\varphi\sin2\psi}{\sin^2\alpha\sin^2 2\psi},$$

$$c\mathrm{U}=\sum\frac{m_2m_3\sqrt{\dfrac{2m_2m_3}{m_2+m_3}}}{\sqrt{1-\cos2\mu_1\cos\alpha-\sin2\mu_1\sin\alpha\cos2\psi}},$$

où les variables c_0, α_0, π, ϖ sont toujours les conjuguées de c, α, φ, ψ, et μ_1, μ_2, μ_3 des constantes qui dépendent des masses. Si le mouvement avait lieu dans un plan, on aurait $\pi=\mathrm{K}$, et la variable φ disparaîtrait des formules. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur quelques théorèmes de calcul intégral.* Lettre de **M. Crofton** à M. J.-A. Serret.

« J'ai vu avec beaucoup d'intérêt la démonstration que vous avez donnée, dans les *Comptes rendus*, de mon théorème; je suis content de voir vérifier ce théorème par les méthodes ordinaires de la Géométrie, d'autant plus que j'avais essayé moi-même de le démontrer par quelque procédé usuel, mais sans réussir. Je vous ai envoyé de Londres un exemplaire de mon Mémoire dans les *Philosophical Transactions of the Royal Society*, où j'ai donné celui-ci avec d'autres théorèmes analogues sur des intégrales, qui se sont présentés à moi dans des recherches sur la probabilité. Si vous pensez qu'il y en ait parmi eux qui soient dignes de l'attention de l'Académie des Sciences, je serais honoré si vous vouliez bien les lui communiquer de ma part. J'ai obtenu aussi d'autres intégrales, qui ne sont pas dans le Mémoire, par des procédés semblables. La suivante me paraît assez remarquable par sa grande généralité.

» Étant donné un contour convexe quelconque, on mène une corde quelconque C; C sera une fonction de p et θ, p étant la perpendiculaire abaissée d'un pôle fixe O sur la corde, et θ étant l'inclinaison de p à une direction fixe OX. Soit L la longueur du contour, Ω l'espace qu'il renferme, on aura

$$\int\int \mathrm{C}^3\, dp\, d\theta = 3\Omega^2,$$

où l'intégration s'étend à toutes les valeurs de p et θ qui donnent une corde réelle.

» Je n'ai pas pu vérifier cette intégrale par les moyens ordinaires; je l'ai obtenue en considérant l'espace Ω comme rempli d'une infinité de points disposés avec une densité uniforme; en considérant ensuite le système infini de lignes droites qu'on obtient en joignant chaque paire de points, le nombre de ces lignes sera proportionnel à Ω^2 : mais on peut les compter aussi d'une manière qui fait voir que leur nombre sera représenté par l'intégrale

$$\frac{1}{3}\int\int \mathrm{C}^3\, dp\, d\theta.$$

» D'après la théorie exposée dans mon Mémoire, il est facile de tirer la conclusion suivante de ce théorème :

» La valeur moyenne du *cube d'une corde* menée au hasard dans un contour convexe quelconque est $\frac{3\Omega^2}{\mathrm{L}}$.

» Je n'ai pas pensé à mentionner dans le Mémoire la proposition suivante, qui découle immédiatement de cette théorie :

» La longueur moyenne d'une corde menée au hasard dans un contour est $\frac{\pi\Omega}{L}$.

» Ceci donne un résultat curieux : la longueur moyenne d'une corde menée au hasard dans un espace triangulaire est *la même que pour une corde menée au hasard dans le cercle inscrit*, savoir : le quart de la circonférence de ce cercle.

» Pour un polygone circonscrit à un cercle, il en est de même.

» Il est probable que la méthode que vous avez suivie dans les *Comptes rendus* s'appliquera à quelques autres de ces théorèmes. »

ASTRONOMIE. — *Analyse spectrale de la lumière de quelques étoiles.* Note de **M. Wolf.**

« En 1867, nous avons fait connaître, M. Rayet et moi, l'existence, dans la constellation du Cygne, de trois petites étoiles (n^{os} 4001 et 4013, zone + 35 degrés; et 3956, zone + 36 degrés du Catalogue de Bonn) dont le spectre présente des lignes brillantes, fait encore assez rare dans le ciel. Au mois d'octobre de la même année, j'ai vérifié de nouveau l'existence et la position de ces lignes; en 1868, l'absence du télescope de $0^m,40$, emporté en Cochinchine pour l'observation de l'éclipse, ne m'a pas permis de poursuivre cette étude; mais nous avons pour cette même année les observations faites à Rome par le P. Secchi. Or, dans le Catalogue des étoiles colorées, dont le spectre a été observé au Collége romain, se trouve la Note suivante :

« *Étoiles de M. Wolf.* — On a examiné ces étoiles sans y rien voir d'ex-
» traordinaire ; les faibles lignes lumineuses qu'on y voit à intervalles sont-
» elles de l'ordre de celles dues à la scintillation ? (*Astronomische Nach-*
» *richten*, n° 1737.) »

» Dès que ces trois étoiles ont pu être observées ici, j'ai de nouveau analysé leur lumière; et, avec d'autres appareils que ceux qui m'avaient servi en 1867, j'ai retrouvé identiquement les apparences que j'ai décrites autrefois. Les lignes brillantes sont très-vives, et se voient d'une façon continue sans qu'il soit possible de trouver là aucun phénomène dû à la scintillation.

» Il serait très-intéressant de pouvoir conclure de là que ces étoiles sont variables. Elles ont été observées par Bessel et par Argelander, et, depuis

1825, leur grandeur ne paraît pas avoir changé : toutes trois étaient et sont actuellement des 8èmes faibles. Cependant le P. Secchi assigne à l'une d'elles la grandeur $5\frac{1}{2}$. Mais est-il bien certain que nous ayons observé les mêmes astres ?

» J'ai pu, dans ces derniers temps, apercevoir le spectre de la comète de Winnecke : il m'a paru composé de trois bandes brillantes, la plus vive étant celle du milieu, à peu près comme était le spectre des deux comètes de 1868. La persistance du mauvais temps, la présence de la Lune au moment où la comète passe au périhélie, ne laissent guère d'espoir de compléter ici cette observation. Il est à désirer qu'elle ait pu être faite ailleurs dans de meilleures conditions. »

PHYSIQUE. — *Réponse à une Note précédente de* M. Jamin, *au sujet de la théorie des appareils d'induction; par* **M. F.-P. Le Roux.**

« Dans le *Compte rendu* de la séance du 7 juin dernier, M. Jamin m'a consacré une longue Note, au sujet de laquelle je crois devoir présenter à l'Académie quelques observations.

» Les imputations d'erreurs seront relevées en leur temps, mais je dois tout d'abord protester contre les intentions qui me sont attribuées par M. Jamin. Il semble, à la lecture du début de sa Note, que je poursuis de réclamations aussi multipliées qu'injustes l'apparition des travaux qui s'exécutent dans son laboratoire. Suivant lui, « j'affirme que ces travaux » sont une vérification pure et simple d'une théorie que j'aurais conçue » en 1857. » Je vais essayer d'indiquer, ce que M. Jamin a négligé de faire dans sa Note, les endroits précis où le lecteur pourra vérifier mes assertions.

» Dans leur communication du 22 juin 1868 (*Comptes rendus*, t. LXVI, p. 1250), MM. Jamin et Roger ont été amenés à conclure que « pour les » courants très-courts et renversés qui se développent dans les plateaux au » moment du passage des courants inducteurs, les bobines possèdent une » résistance très-grande, très-supérieure à celle qu'on leur trouve avec des » courants prolongés, à celle en un mot qui entre dans la formule de » Ohm. » Ils ajoutaient, en terminant : « En découvrant aujourd'hui » que cette grande résistance existe dans les bobines au moment où elles » deviennent le siége de l'induction, nous expliquons des effets jusqu'à » présent incompréhensibles. »

» C'est contre cette dernière phrase que j'ai réclamé quand, huit jours

après (*Comptes rendus*, t. LXVI, p. 1337), après une page de citations des principes que j'avais cru pouvoir regarder comme applicables aux appareils d'induction, j'exprimais ma satisfaction de voir que « cette idée d'une » résistance dynamique, que j'avais émise autrefois comme un résultat » intuitif de recherches sur l'induction, se trouvait confirmée par les » expériences tout à fait directes de MM. Jamin et Roger. » Jamais il n'a été dans ma pensée d'insinuer que ces deux physiciens se fussent, de près ou de loin, inspirés d'un travail resté inaperçu et depuis longtemps oublié; ma réclamation avait été inspirée par le désir de m'appuyer sur leur autorité, et non par celui de diminuer en quoi que ce soit le mérite de leur travail. Cette déclaration, que je regarde comme un hommage dû à la vérité, j'ai, dès les premiers jours de juillet 1868, offert de la faire; elle ne fut pas jugée nécessaire par la partie intéressée.

» Pour repousser une critique, on a le droit d'appeler à son aide l'inconnu aussi bien que le connu, mais une réclamation n'a de sens que relativement à ce qui l'a précédée : MM. Jamin et Roger devaient donc discuter la mienne au moment de son apparition, et expliquer, s'il y avait lieu, en quoi leur opinion pouvait différer, d'après les textes de leurs publications. Ce n'est cependant que neuf mois plus tard (22 mars 1869, *Comptes rendus*, t. LXVIII, p. 685), qu'après avoir rapporté de nouvelles expériences, ils terminent en mentionnant seulement ma réclamation, dont ils disent : « Nous comprenons d'autant moins cette revendication que » nos formules sont en désaccord complet avec celles de M. Le Roux, et » que, loin d'avoir justifié sa théorie (1), nous croyons avoir démontré » qu'elle n'est pas fondée. Nous prouvons aujourd'hui que la base même » de son raisonnement n'est point exacte... »

» Je n'ai pas répondu publiquement; je me suis borné à informer M. Jamin que sa critique ne s'appliquait nullement à ce que j'avais dit autrefois, et que rien jusque-là ne contredisait les principes que j'avais adoptés.

» Dans une communication de très-peu postérieure à la précédente (3 mai 1869, *Comptes rendus*, t. LXVIII, p. 1019), MM. Jamin et Roger

---

(1) Dans sa dernière Note, M. Jamin a écrit : « Ce que M. Le Roux appelle *sa théorie*... » (*voir* p. 1294); il aura voulu sans doute me reprocher l'emploi d'un terme ambitieux; je ferai remarquer à ce sujet que, d'après la citation ci-dessus, ce sont MM. Jamin et Roger qui ont bien voulu les premiers, dans cette discussion, honorer de ce terme mon essai de 1857, et, si j'ai pu dans la suite les imiter, c'est surtout pour abréger le langage.

trouvent, dans le système composé d'une bobine et d'un fer doux, une quantité de chaleur proportionnelle au carré de l'intensité du courant; ils veulent bien ajouter qu'il s'y développe autant de chaleur « que si elle » avait elle-même, comme l'a pensé M. Le Roux, pour des courants » interrompus, une résistance dynamique neuf fois et demie égale à la » résistance statique qu'elle oppose au passage des courants continus. » Mais cette interprétation est inexacte. Nous allons prouver que l'excès » de chaleur trouvé dans la bobine a été produit, non dans le fil, mais » dans les fers doux qu'il enveloppe. » J'ai répondu (24 mai, *Comptes rendus*, t. LXVII, p. 1211), pour citer des passages qui prouvent surabondamment que j'avais bien eu en vue, en introduisant l'idée de la résistance dynamique, de représenter le transport de la chaleur, et en général du travail, dans les corps extérieurs au circuit proprement dit, et en particulier dans les masses de fer doux qui peuvent l'avoisiner. Pour répondre au *désaccord complet* annoncé par MM. Jamin et Roger dans leur Note du 22 mars, j'ajoutais que je trouvais jusqu'ici les résultats de leurs observations d'accord avec la théorie que j'avais proposée.

» Il y a loin de là, on le voit, à la revendication absolue que M. Jamin me reproche : je me suis défendu d'une opinion qui m'était attribuée à tort, et j'ai dit que j'interprétais d'une manière favorable à mes idées les résultats publiés jusqu'ici par MM. Jamin et Roger; les mêmes faits ne peuvent-ils pas convenir partiellement à des théories différentes? C'est aller au delà de la réalité que de m'accuser d'avoir conclu à une *vérification pure et simple*. Je n'ai jamais revendiqué les expressions par lesquelles MM. Jamin et Roger ont représenté l'intensité du courant : mes deux Notes sont relatives à la distribution de la chaleur, et en général du travail, dans les appareils d'induction : MM. Jamin et Roger n'ont jamais donné de formule générale à cet égard ; j'ai donc pu dire, sans leur faire aucun tort, que je trouvais dans leurs résultats des faits d'accord avec mes prévisions. La considération de la résistance dynamique avait-elle, oui ou non, prévu les transports extérieurs de chaleur et leur proportionnalité au carré de l'intensité du courant? Là était toute la question.

» Cependant M. Jamin présente des analyses incomplètes ou inexactes de documents qui ne sont pas en cause, tire des conclusions que je n'ai pas tirées, interprète sans cesse dans le sens défavorable, affecte de se défendre contre des attaques qu'on ne lui a pas adressées, mais ne discute pas la vraie question. Je ne puis laisser passer, sans la relever, la phrase suivante:

« Aujourd'hui qu'une expérimentation rigoureuse a mis la lumière où il ne » l'avait pas faite, M. Le Roux oublie les erreurs, et réclame comme le fruit » de ses conceptions tout ce qui ressemble à ses assertions anciennes. » M. Jamin ne prétend pas, j'aime à le croire, faire entendre par là que j'aie jamais cherché à faire illusion aux personnes compétentes et désintéressées? D'ailleurs, si ma théorie est fausse, je ne vois pas comment les travaux de MM. Jamin et Roger auraient pu l'illuminer.

» En résumé, j'ai montré combien était restreinte la réclamation qui sert de point de départ à la discussion ; ma seconde Note n'a eu d'autre but que de me défendre contre une assertion qui m'attribuait une opinion inexacte; je n'ai jamais critiqué les travaux de MM. Jamin et Roger; il résulte de la Note de M. Jamin, que puisque tout ce que j'ai dit est mauvais, ils n'ont jamais voulu dire la même chose; il ne doit donc plus être question de ma réclamation, et je reste en demeure de me justifier de toutes les accusations portées contre mon travail. Je le ferai. Dans un Mémoire spécial, je répondrai à toutes les critiques, en ayant soin de le faire autant que possible implicitement. En attendant, je prie les personnes qui ont pu suivre cette discussion de vouloir bien suspendre leur jugement, et n'attribuer ma réserve qu'à la déférence que je garde envers M. Jamin, un de mes maîtres.

» Quant à l'offre qui m'est faite de prendre, dans les tableaux des expériences de MM. Jamin et Roger, les éléments numériques nécessaires à un contrôle des formules que j'ai proposées, je compte bien en profiter, autant que faire se pourra, dès que leur Mémoire aura paru et qu'ils auront dit leur dernier mot sur la question. »

ANATOMIE COMPARÉE. — *Histologie du système nerveux des Némertes.* Note de **M. A.-F. Marion**, présentée par M. Milne Edwards.

« ..... Mes observations ont porté sur un nombre assez considérable d'espèces, appartenant pour la plupart au genre *Borlasia*, mais constituant des formes nouvelles très-remarquables.

» Le plus souvent, les deux troncs latéraux n'offrent qu'un contenu fibreux entouré d'une membrane d'enveloppe assez fine, hyaline et demeurant entièrement homogène, malgré l'action des divers réactifs. Ces faisceaux de fibres longitudinales pénètrent dans le cerveau, sur lequel se continue la membrane d'enveloppe, devenant un peu plus robuste en ce point et moins hyaline. Les fibres occupent dans le cerveau la région centrale et suivent un trajet assez compliqué. Les unes se rendent d'un

tronc latéral à la commissure transverse sus-œsophagienne ou dorsale, qu'elles constituent entièrement, se continuant ainsi directement par les fibres analogues de l'autre tronc longitudinal. D'autres s'étalent en éventail aussitôt après leur entrée dans le cerveau, et se terminent dans la partie périphérique du lobe inférieur. D'autres enfin traversent longitudinalement le centre des ganglions, puis émergeant du cerveau forment les filets antérieurs des organes des sens et la commissure ventrale.

» La partie périphérique des ganglions cérébraux, qui n'est point parcourue par ces fibres nerveuses, est constituée par des amas apparaissant plus hyalins que les centres et présentant, après l'action de l'acide osmique, une structure celluleuse bien évidente. Les cellules sont ordinairement apolaires, avec une membrane d'enveloppe régulièrement elliptique, quelquefois presque sphérique, un nucléus très-apparent et un contenu à peine granuleux, moins hyalin que le nucléus lui-même. Leurs dimensions varient suivant les individus ou, dans le même cerveau, de $0^{mm},007$ à $0^{mm},01$.

» Les cellules multipolaires sont moins fréquentes; elles existent pourtant quelquefois et deviennent très-manifestes, et c'est alors par ces cellules que semblent se terminer les fibres qui s'étalent dans le lobe inférieur. Une masse finement granuleuse est interposée entre ces cellules, qui rappellent assez exactement les éléments analogues décrits par Leydig chez les Annélides et depuis par d'autres observateurs.

» Une particularité remarquable constitue la disposition suivante, moins habituelle. Les deux troncs latéraux, dans toute leur longueur, présentent, entre la membrane d'enveloppe et les fibres intérieures, une masse pulpeuse, pleine de granulations assez grandes, qui forme comme une gaîne continue aux faisceaux fibreux. Les filets latéraux qui se détachent des troncs percent pour ainsi dire cette enveloppe ganglionnaire, qui ne contient aucune cellule régulièrement constituée. Chez ces espèces, le cerveau lui-même ne possède aucune cellule apolaire ni multipolaire. Les amas cellulaires sont remplacés par un prolongement de cette pulpe des troncs latéraux, plus volumineux en ce point. On retrouve de même, dans le système nerveux de certaines Annélides. quelques aspects rappelant assez bien cette dernière structure.

» Ces recherches ont été faites dans le laboratoire de M. Lespès, à la Faculté des Sciences de Marseille. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques composés isopropyliques : butyrate et valérate d'isopropyle.* Note de **M. R.-D. Silva**, présentée par M. Wurtz.

« L'isomérie des combinaisons organiques conduisant à admettre des dispositions ou arrangments différents des éléments dans chaque molécule, il est nécessaire, pour étudier les formules de constitution ou de structure, de bien établir les différences de propriétés des composés isomères et celle de leurs dérivés. C'est ce que je me suis proposé de faire, en prenant pour objet premier de mon travail l'alcool isopropylique, isomérique avec l'alcool propylique de fermentation, de M. Chancel.

» On sait que ce composé a été obtenu par M. Friedel en fixant 2 atomes d'hydrogène sur l'acétone, et qu'il est identique avec l'alcool que M. Berthelot a produit en portant du propylène par l'action de l'acide sulfurique. La réaction par laquelle M. Friedel l'a préparé indique nettement sa constitution; mais il y a un intérêt d'autant plus grand à étudier complétement ses dérivés et à les comparer avec leurs isomères, dont M. Chancel a déjà décrit un certain nombre. Il ressortira peut-être de cette étude des relations qui pourront être généralisées. Ce travail fera l'objet de plusieurs Notes que j'aurai l'honneur de présenter successivement à l'Académie. Je commence par faire connaître deux combinaisons du radical isopropyle, le butyrate et le valérate.

» *Butyrate d'isopropyle.* — La facilité de préparation de l'iodure d'isopropyle m'a engagé à employer, dans un grand nombre de mes expériences, les sels d'argent, suivant la méthode précieuse donnée par M. Wurtz, et qui a trouvé depuis un si grand nombre d'applications.

» Pour préparer le butyrate d'isopropyle, j'ai pris du butyrate d'argent récemment préparé et desséché à 100 degrés, et de l'iodure isopropylique. Ces corps sont introduits dans un ballon plongé dans de l'eau froide et réuni à un réfrigérant ascendant. La réaction commence presque aussitôt, et dès qu'elle semble terminée, on chauffe le bain à 100 degrés, température que l'on maintient pendant deux à trois heures.

» Les quantités moléculaires de butyrate d'argent et d'iodure d'isopropyle employés, et la réaction qui donne lieu à la formation de l'éther se trouvent représentées dans les termes de l'équation suivante :

$$\left.\begin{matrix}C^4H^7O\\Ag\end{matrix}\right\rangle O + (CH^3 - CH - CH^3), I = AgI + \left.\begin{matrix}(C^4H^7O)\\(CH^3 - CH - CH^3)\end{matrix}\right\} O.$$

» Dans cette réaction, comme dans la plupart de celles de la chimie orga-

nique, les choses ne se passent pas aussi simplement, et on constate, au début de l'opération, un faible dégagement de propylène.

» Le produit liquide de la réaction, que l'on sépare par distillation au bain d'huile, est oléagineux et moins dense que l'eau. Il est formé par un mélange d'éther et d'acide butyrique, la présence de ce dernier étant une conséquence du dégagement du propylène dont il a été question. On traite le liquide oléagineux par une solution concentrée de carbonate de potasse pour enlever l'acide; on lave à l'eau distillée l'éther qui se sépare, on le dessèche et on le distille.

» *Propriétés du butyrate d'isopropyle.* — Le butyrate d'isopropyle est un liquide incolore, très-mobile, doué d'une odeur quelque peu agréable, qui rappelle néanmoins celle de l'acide butyrique. Son point d'ébullition est placé à 128 degrés, sous la pression de 755 millimètres. Il est inflammable et brûle avec une flamme très-éclairante. Sa densité de vapeur, rapportée à l'air et déterminée par la méthode Dumas, a été trouvée égale à 4,73, la densité théorique est 4,50; ses densités à zéro et à 13 degrés sont représentées par les nombres 0,8787 et 0,8652.

» Grâce à l'obligeance de M. le professeur Desains et sous sa bienveillante direction, j'ai pu déterminer dans son laboratoire, à l'École pratique des Hautes Études, quelques constantes physiques des corps que j'ai préparés :

» Le butyrate d'isopropyle est inactif à la lumière polarisée; son indice de réfraction, pour la raie jaune du sodium, est égal à 1,393. Les pouvoirs absorbants, pour différentes radiations calorifiques du spectre solaire, se trouvent consignés dans le tableau synoptique que je donne à la fin de cette Note.

» Qu'il me soit permis d'ajouter que le butyrate d'isopropyle avait déjà été préparé en petite quantité par M. Friedel, en chauffant ensemble l'alcool isopropylique et l'acide butyrique.

» *Valérate d'isopropyle.* — Le mode de préparation employé pour obtenir cet éther étant exactement le même que celui du butyrate que je viens de décrire, je m'abstiens ici d'entrer dans des détails touchant sa préparation et la réaction qui donne lieu à sa formation.

» *Propriétés du valérate d'isopropyle.* — Le valérate d'isopropyle est un liquide incolore, mobile et inflammable, sa flamme étant encore plus éclairante que celle du butyrate. Son odeur est plus agréable que celle de ce dernier éther, quoiqu'elle rappelle aussi l'odeur de l'acide correspondant. Moins dense que l'eau, ses densités à zéro et à 17 degrés ont été

trouvées égales à 0,8702 et 0,8538. Sa densité de vapeur, rapportée à l'air et déterminée par le procédé Dumas, a été trouvée égale à 5,004, la densité théorique est 4,90. Son point d'ébullition est placé à 142 degrés, sous la pression de 756 millimètres; son indice de réfraction, pour la raie jaune du sodium, est égal à 1,397.

» Comme l'éther isopropyle butyrique, le valérate d'isopropyle est inactif à la lumière polarisée.

» Le spectre de la lumière blanche qui traverse un prisme rempli de valérate d'isopropyle est extrêmement beau; il semble presque exclusivement formé par les quatre couleurs suivantes : le rouge, le vert, le bleu et le violet, les unes et les autres se détachant, au minimum de déviation, avec une extrême netteté.

» Je donne dans le tableau suivant les pouvoirs absorbants des deux éthers que je viens de décrire pour certaines radiations calorifiques du spectre solaire. Le faisceau incident qui venait successivement traverser les liquides contenus dans une auge de spath fluor, la couche liquide ayant une épaisseur de $2^{mm},5$, était concentré à l'aide de trois lentilles de verre et décomposé par un prisme de sel gemme. D'ailleurs, les conditions de ces déterminations seront données dans une autre publication.

	Absorption dans le	
	butyrate.	valérate.
Rayons rouges extrêmes d'indice $n_1 = 1,534$ dans la position du minimum de déviation	0,04	0,05
Rayons obscurs d'indice $n_2 = 1,526$	0,11	0,42
Rayons obscurs d'indice $n_3 = 1,519$	0,41	»

» On voit la différence marquée des propriétés absorbantes des deux composés, si rapprochés néanmoins l'un de l'autre. Il en est de même des coefficients de dilatation, comme j'ai pu le soupçonner dans certaines expériences, me réservant de déterminer ces dernières constantes ainsi que les chaleurs de combustion pour l'ensemble des composés isopropyliques que je viendrai à produire. Ce travail, qui fera l'objet d'une communication postérieure, présentera, à mon avis, un certain intérêt, si des déterminations identiques sont exécutées pour les mêmes composés du propyle normal.

» Mes expériences ont été faites dans le laboratoire de M. Wurtz. »

HISTOLOGIE. — *Des cellules du tissu conjonctif; par* **M. Ranvier.**

« Les préparations du tissu conjonctif faites suivant la méthode de Gerlach (dessiccation du tissu, section, coloration au carmin, lavage et action

de l'acide acétique) montrent d'ordinaire des figures étoilées, au centre desquelles on aperçoit un corpuscule irrégulier et coloré en rouge.

» Virchow vit dans la figure étoilée une véritable cellule, dans le corpuscule irrégulier un noyau, et il donna à l'ensemble le nom de *cellule plasmatique*. Il avait découvert que le corpuscule osseux est une cellule, et, frappé de l'analogie de forme présentée par la cellule plasmatique et le corpuscule osseux, il fut conduit à considérer ces deux éléments comme des équivalents histologiques. Aussi admit-il dans le tissu conjonctif, de même que dans les os, un système de canaux destiné à charrier le plasma et à le mettre en rapport avec les différentes parties du tissu.

» Dès que parurent les premiers travaux de Virchow sur le tissu conjonctif, Henle (1) se déclara fortement contre sa théorie. Il prit comme exemple les tendons, qui sur des sections longitudinales ne montrent jamais les figures étoilées, si nettes et si frappantes sur les coupes transversales.

» En employant la dissociation dans l'eau, Henle ne voyait dans le tissu conjonctif lâche que des faisceaux connectifs entourés de fibres annulaires ou spirales, simples variétés de ce qu'il appelait des *fibres de noyau*, et des fibres élastiques, dérivant aussi de fibres de noyau.

» Une pareille analyse était bien insuffisante, car elle laissait de côté les éléments les plus importants, *les cellules*. C'est à Virchow que revient le mérite d'avoir établi l'existence de ces cellnles et leur désignation dans les actes pathologiques. Mais les cellules du tissu conjonctif n'ont ni la forme ni les rapports que Virchow leur supposait.

» Dans une Note présentée à l'Académie (2), j'ai déjà montré que dans les tendons, les éléments cellulaires sont des lames plates, enroulées en forme de tubes et réunies les unes aux autres pour former des canaux à direction parallèle à l'axe du tendon. Aujourd'hui, je viens rendre compte d'une nouvelle méthode de préparation du tissu conjonctif lâche et des résultats qu'elle m'a donnés au sujet de la forme et des rapports des cellules de ce tissu.

» La dissociation du tissu conjonctif dans l'eau, telle que la pratiquait Henle et telle qu'on la fait encore, fournit de mauvaises préparations, car en étirant ce tissu avec des aiguilles, on en mêle les fibres; en même temps, les cellules sont gonflées, détruites même, et leurs débris sont cachés par les fibres entremêlées.

---

(1) *Constatt's Jahresbericht*, 1851, vol. I, p. 23 et 24.
(2) *Comptes rendus*, février 1869.

» Pour éviter ces inconvénients, j'ai eu recours à une autre méthode: elle consiste à injecter dans le tissu conjonctif lâche, à l'aide d'une séringue de Pravaz, de la gélatine maintenue à la température de 37 degrés centigrades, une solution de nitrate d'argent au millième ou simplement du sérum. Il convient de faire cette injection chez un animal adulte (chien ou lapin) qui vient d'être tué, et avant le refroidissement du cadavre.

» Il se produit ainsi un œdème artificiel. Si l'injection est faite brusquement, la substance s'accumule en un point circonscrit, et au milieu de celle-ci il y a peu de fibres de tissu conjonctif. Si, au contraire, l'injection est faite avec lenteur et si l'on frictionne la partie au moment où l'injection est pratiquée, la substance se répand et elle englobe une plus grande quantité d'éléments du tissu conjonctif.

» On comprend difficilement, au premier abord, qu'une substance injectée forme une masse circonscrite dans le tissu cellulaire, s'il est constitué uniquement par des fibres. Mais si l'on songe que ces fibres sont molles et se déplacent facilement les unes sur les autres, on concevra que le liquide en pénétrant brusquement refoule ces fibres, et qu'alors, s'appliquant en très-grand nombre les unes sur les autres, elles forment par leur réunion une membrane plus ou moins complète qui englobe le liquide et l'empêche de s'épancher au delà.

» Les injections de gélatine ont l'avantage de se solidifier au moment du refroidissement de l'animal. On peut alors pratiquer dans la masse des sections qui montrent les différentes parties du tissu conjonctif, écartées les unes des autres par ce nouveau moyen de dissociation.

» Les figures étoilées (cellules plasmatiques) ne se voient plus, et on ne peut pas les faire apparaître par la coloration au carmin et l'action de l'acide acétique. Voici ce que l'on observe sur ces préparations : des faisceaux de fibres connectives coupés en travers, obliquement ou se montrant suivant leur longueur; à côté de ces faisceaux, des cellules d'apparence fusiforme ou semblables à celles de l'épithélium pavimentum lamellaire; enfin, des cellules rondes ou de forme irrégulière. Les fibres élastiques se distinguent sur ces préparations; elles sont rectilignes ou légèrement incurvées.

» Pour bien voir les cellules plates et apprécier leurs rapports, il convient d'ajouter du nitrate d'argent à la gélatine, suivant la méthode que Chrzenezeczewsky a préconisée pour l'étude des capillaires. Colorée au carmin et traitée ensuite par de la glycérine et de l'acide formique, la préparation montre le long des faisceaux connectifs des cellules plates, dépourvues de membrane et contenant un noyau plat et ovalaire. Quand ces cellules

sont vues de profil, elles paraissent fusiformes, et leur noyau ressemble à un bâtonnet. Certaines de ces cellules présentent des prolongements, dont quelques-uns semblent se continuer avec des prolongements semblables venus des cellules voisines; mais cette disposition est rare.

» Il convient aussi d'étudier dans un liquide neutre les divers éléments déjà connus à l'aide des méthodes précédentes. Pour cela, on injecte du sérum dans le tissu cellulaire sous-cutané, et à l'aide des ciseaux on enlève des fragments des parties rendues œdémateuses. Placés sur une lame de verre et recouverts d'une lamelle, ces fragments s'étalent d'une façon fort régulière. On peut alors y distinguer, avec un grossissement de quatre cents diamètres, des plaques grenues disposées le long des faisceaux et des corpuscules irréguliers semblables aux globules blancs du sang ou aux cellules embryonnaires, paraissant être libres dans les espaces laissés entre les faisceaux.

» En résumé, voici les principaux résultats auxquels m'ont conduit ces divers moyens d'analyse histologique :

» Le tissu conjonctif lâche est essentiellement formé par des faisceaux connectifs, des fibres élastiques et des cellules. On n'y observe ni lames, ni trous; les mots de *tissu lamineux* et de *tissu cribleux*, employés encore par quelques micrographes, sont donc mauvais.

» Les faisceaux de fibres connectives sont cylindriques, ils ont un diamètre fort variable, ils sont entourés, comme Henle l'a indiqué, d'une membrane spéciale, de fibres annulaires et de fibres spirales. Ces fibres paraissent être un simple épaississement de la membrane; comme celle-ci, elles se colorent par le carmin, et sous ce rapport elles diffèrent des fibres élastiques.

» Toutes les cellules du tissu conjonctif sont formées par un amas de protoplasma, elles n'ont pas de membrane d'enveloppe et contiennent des noyaux. Elles ne sont pas toutes semblables. Les unes sont plates, présentent un contour irrégulier et même des prolongements; souvent elles se plissent, et leurs bords peuvent se retourner; leurs noyaux ovalaires et très-aplatis renferment un ou deux nucléoles bien marqués. D'autres cellules plus petites sont globuleuses, irrégulières et renferment des noyaux sphériques; certaines de ces dernières sont, en tous points, semblables aux globules blancs du sang ou de la lymphe.

» Ces diverses cellules sont placées entre les faisceaux connectifs, mais toutes ne semblent pas affecter avec eux les mêmes rapports. Tandis que

les cellules globuleuses paraissent circuler facilement dans les espaces laissés entre les faisceaux, les cellules plates, au contraire, occupent le long des faisceaux une position qu'elles abandonnent plus difficilement. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les huiles de houille dont le point d'ébullition est voisin de 200 degrés : dinitrocomène, dinitrocymène, hydrure forméniques;* *par* **M. Romier.**

« L'étude des huiles de houille bouillant entre 170 et 225 degrés a toujours présenté une grande difficulté, à cause surtout de la naphtaline qu'elles tiennent en dissolution et qui passe avec elles à la distillation; nous nous sommes donc d'abord appliqué à les priver de cette substance : c'est par une agitation énergique et longtemps prolongée avec l'acide sulfurique concentré que nous y sommes parvenu; mais pour ce faire nous divisons l'opération en deux temps : au premier, le mélange à parties égales d'huile et d'acide est froid; au second, au contraire, l'huile ayant été décantée et l'acide renouvelé, l'agitation est pratiquée à chaud, c'est-à-dire vers 100 degrés. L'agitation à froid enlève les phénols et les alcalis; l'agitation à chaud, au besoin plusieurs fois renouvelée, enlève la naphtaline.

» En opérant sur 16 litres d'huiles provenant de la Compagnie Parisienne, et que nous devons à l'obligeance de M. Audouin, son Ingénieur-Chimiste, qui nous en a garanti la loyauté, nous avons retiré 4 litres environ d'huile parfaitement dégagée de naphtaline, de phénols et d'alcalis, et bouillant de 170 à 225 degrés.

» C'est sur ces 4 litres que nous avons opéré; notre but était d'en isoler le cymène, dont l'étude, au point de vue de l'histoire des huiles de houille, nous semblait incomplète; mais, comme il arrive parfois, nous avons obtenu des résultats d'un plus haut intérêt.

» *A priori*, comme l'indique leur point d'ébullition, ces 4 litres d'huile ne devaient, en effet, représenter que du cymène sans doute mélangé à des homologues d'un ordre plus élevé : aussi, par des distillations fractionnées, nous nous sommes efforcé de séparer ces matières.

» Laissant de côté tout ce qui bout au-dessous de 176 ainsi que les intermédiaires, et qui représentent plus de $3\frac{1}{2}$ litres, nous sommes arrivé à obtenir trois huiles bouillant constamment, la première de 176 à 179, la seconde de 196 à 198, et la troisième de 200 à 225. Elles sont incolores, plus légères que l'eau, d'une odeur presque agréable et tendant à celle de l'essence de térébenthine à mesure que leur point d'ébullition s'élève.

» Avec la théorie admise, la première de ces huiles devait être le cymène, tandis que les autres avaient des chances pour en être des homologues plus élevés. Cependant, à l'analyse, la première de ces huiles nous a donné tout autre chose que du cymène, car au lieu de la formule $C^{20}H^{14}$ que nous devions rencontrer, nous avons trouvé des nombres qui peuvent se traduire par $C^{20}H^{16,5}$, et la troisième nous a donné $C^{20}H^{20,5}$; quant à la seconde, nous ne l'avons pas encore analysée.

» Ainsi, pour être du cymène, la première huile contenait $2\frac{1}{2}$ équivalents d'hydrogène de trop, et pour être un homologue supérieur au cymène, la troisième ne contenait pas assez de charbon. A quel ordre de corps se rapportaient-elles donc?

» Il y a quelques années, MM. Pelouze et Cahours ont démontré que les huiles de pétrole, fort en usage aujourd'hui, étaient surtout formées par des hydrures d'hydrogène carboné de la forme $C^{2n}H^{2n+2}$, qu'ils ont appelés *hydrures forméniques* (1). De son côté, M. Berthelot a fait voir que des mélanges de liquides solubles les uns dans les autres, quand ils sont faits en certaines proportions, distillent à des températures tellement fixes, que faute d'autres preuves on pourrait les prendre pour des espèces chimiques. Or les huiles auxquelles nous avions affaire n'étaient-elles pas des mélanges du genre de ceux de M. Berthelot, composés de cymène ou de ses homologues avec des hydrures forméniques?

» Telle est la question que nous nous sommes alors posée. Un des caractères des homologues de la benzine, à laquelle appartient le cymène, est d'être très-facilement attaquable par l'acide azotique monohydraté, tandis que les hydrures forméniques résistent énergiquement à son action : tel fut le genre de réaction que nous avons tentée, et qui nous a réussi.

» Cependant, voulant ménager nos types, dont nous n'avions que 200 ou 300 grammes, nous avons opéré sur les produits intermédiaires, choisissant ceux qui avaient distillé de 180 à 186 et de 200 à 220 degrés, et nous les avons successivement attaqués à froid par l'acide azotique fumant en excès et par très-petites parties, afin d'éviter les inflammations et la production d'acide oxalique; il n'y a eu aucun dégagement nitreux. Il s'est formé deux couches de liquides : la couche supérieure était composée d'hydrures forméniques; la couche inférieure était surtout formée par l'acide excédant. Or, cet acide ayant été décanté dans des assiettes et abandonné ainsi

(1) M. Scorlemmer a déjà signalé dans le goudron de houille des hydrures plus volatils.

plusieurs jours à l'air, il s'est formé à sa surface, par suite de l'affaiblissement de l'acide, des cristaux d'une belle apparence.

» Avec l'huile bouillante entre 180 et 186 degrés, ces cristaux se sont trouvés, après purification, très-abondants, en longues aiguilles blanches, sans odeur, très-solubles dans l'alcool, et fondant vers 86 degrés. Avec l'huile bouillant de 200 à 220 degrés, ils ont été au contraire très-rares, en petits prismes durs et bien formés, blancs, fort peu solubles dans l'alcool et fusibles au-dessus de 100 degrés.

» En raison du point d'ébullition de l'huile qui leur avait donné naissance, les premiers cristaux devaient être du dinitrocymène, tandis que les seconds devaient être le dinitro d'un homologue d'un ordre plus élevé que le cymène. Or, chose singulière et qui doit faire penser à des combinaisons entre la benzine et ses homologues avec les hydrures forméniques, les premiers cristaux, au lieu de répondre au cymène, répondent au cumène, c'est-à-dire à l'homologue qui précède le cymène, et bout au maximum à 167 degrés, tandis que les seconds répondent au cymène; et du fait du mélange, ou plutôt de la combinaison entre les homologues de la benzine et les hydrures forméniques, le degré d'ébullition de ces mêmes homologues s'élève jusqu'à celui des hydrures avec lesquels ils sont mélangés.

» *Dinitrocumène*, $C^{18}H^{10}(AzO^4)^2$:

	Trouvé.	Calculé.
Carbone	51,79	51,43
Hydrogène	4,78	4,76
Azote	14,18	13,33
Oxygène	29,25	30,47
	100,00	99,99

» Il a la même formule que le dinitromésitylène de M. Hofmann, et fond à la même température, 86 degrés.

» *Dinitrocymène*, $C^{20}H^{12}(AzO^4)^2$:

	Trouvé.	Calculé.
Carbone	52,89	53,57
Hydrogène	5,42	5,35
Azote	»	12,51
Oxygène	»	28,57
		100,00

» Quant aux *hydrures*, nous garantissons le rapport entre le carbone et l'hydrogène qui s'est montré le même dans toutes les analyses, mais nous n'en garantissons pas la parfaite pureté. Ils semblent, en effet, retenir avec

obstination une petite quantité de corps nitré ou nitreux qui a résisté à trois lavages à la potasse suivis de trois distillations. Ainsi, pour l'huile bouillant de 180 à 186 degrés, on a obtenu un hydrure bouillant dans les mêmes limites, et qui a donné à l'analyse:

		Rapport de C à H.
C............	82,67	
H............	14,84	1 : 1,077
Pertes.........	2,49	
	100,00	

tandis que théoriquement on aurait dû avoir, pour l'hydrure de undécyle qui bout de 180 à 182 degrés:

		Rapport de C à H.
C^{22}............	84,61	1 : 1,091
H^{24}............	15,39	
	100,00	

Et pour l'huile bouillant de 200 à 220 degrés, on a obtenu un hydrure bouillant encore dans les mêmes limites, qui a donné à l'analyse:

		Rapport de C à H.
C.............	82	
H............	15,16	1 : 1,11
Pertes.........	2,84	
	100,00	

l'hydrure de tridécyle bouillant de 116 à 118 degrés exigerait :

		Rapport de C à H.
C^{26}...........	84,67	1 : 1,086
H^{28}............	15,33	
	100,00	

» Cependant, dans de telles limites de température, on comprendra que nous n'ayons pas la prétention de présenter les deux carbures d'hydrogène purs, et que nous nous bornions à signaler la présence de ces sortes de corps dans les huiles de houille, même quand elles ne sont pas falsifiées.

» En résumé, ce travail tend à prouver :

» 1° Qu'il est possible de priver les huiles de houille de la naphtaline, par l'agitation prolongée avec de l'acide sulfurique aidée de la chaleur;

» 2° Que les huiles de houille de la Compagnie Parisienne renferment des carbures hydrures analogues aux essences de pétrole: nous en avons retiré jusqu'à 10 pour 100;

» 3° Que ces hydrures semblent former des combinaisons avec les homologues de la benzine, et retarder leur point d'ébullition.

» Enfin, on a étudié deux composés nitrés cristallisés, un du cumène et

l'autre du cymène, et, par conséquent, déterminé la présence, dans les huiles de houille, de ce dernier carbure qui n'avait été, en quelque sorte, admis jusqu'ici que par analogie. »

BOTANIQUE. — *Structure de la fleur des graminées; fonctions des organes qui la composent, et phénomènes qui accompagnent l'acte de la fécondation.* Note de **M. Bidard.** (Extrait.)

« .... La fleur des graminées est formée d'un périgone (glumelle) à deux valves. La valve externe, toujours plus grande, est disposée en forme de carène; sa texture est rude et comme parcheminée; elle enveloppe par ses bords, et dans tout son pourtour, la valve interne. La valve interne est presque plate du côté extérieur; son tissu est léger et transparent; sur ses bords, elle se replie à l'intérieur de manière à former deux rideaux, fermés à la partie supérieure et écartés à la partie inférieure. La valve interne est munie sur ses côtés de poils très-nombreux.

» La disposition de ces deux valves est telle, qu'elles forment par leur juxtaposition un compartiment complétement clos; la fermeture en est rendue encore plus parfaite par l'existence des poils de la valve interne. Dans de telles conditions, aucun corps étranger ne peut pénétrer à l'intérieur. C'est dans ce compartiment que se trouvent renfermés l'ovaire et les organes de la fécondation.

» Les étamines sont au nombre de trois; leur volume est tel, qu'elles occupent les deux tiers de la capacité formée par la réunion des deux valves. Deux étamines sont placées une de chaque côté de l'ovaire, la troisième lui fait face. Les filets ne dépassent pas la longueur de l'ovaire; à la base des filets, devant l'ovaire, se trouvent dans toutes les graminées, deux glandes (glumellules des botanistes) de forme variable suivant le genre.

» L'ovaire est surmonté de deux stigmates; chaque stigmate est formé d'un canal principal, sur lequel viennent se greffer latéralement de petits canaux qui portent des tubes effilés ouverts à leur extrémité.

» *Phénomènes de la fécondation.* — Les phénomènes de la fécondation apparaissent lorsque les organes de la fleur ont acquis tout leur développement. Dans les graminées, la fécondation est instantanée. Elle se manifeste par les caractères suivants :

» Les anthères s'ouvrent latéralement, elles s'animent d'un mouvement de torsion, elles laissent tomber une pluie de pollen sur le stigmate étalé en éventail; à ce moment même, les filets s'allongent rapidement, et, à l'aide

de cet allongement et de leur mouvement de torsion, les étamines écartent les valves, se font un passage et viennent pendre en dehors de la fleur, elles sont alors presque vides. C'est à ce moment que le cultivateur dit : « Le blé est en fleur. » C'est une erreur, la fécondation est terminée.

» Les filets des étamines ne sont pas disposés en vrille, ni repliés sur eux-mêmes. Pour satisfaire à leur allongement, il leur faut de la matière toute préparée : cette matière, ils la trouvent dans les deux glandes placées à la base de l'ovaire; ces deux glandes contiennent un suc épais, que l'on peut extraire en le piquant avec une aiguille. Les glandes servent si bien à l'alimentation des filets, qu'elles se vident lorsque l'allongement se produit.

» Le pollen des graminées ne possède aucune trace de tube pollinique; dans aucun cas je n'ai pu observer d'éjection de fovilla. Lorsque le pollen tombe sur le stigmate, il se fixe sur les tubes effilés qui le perforent. Ces tubes ouverts à leurs extrémités jouent le rôle de suçoirs qui pompent la fovilla pour la transmettre par les canaux à l'ovaire. Après la fécondation, le pollen perforé se dessèche; quant au stigmate, il se replie sur lui-même et se flétrit.

» Il existe donc, dans les graminées, deux phénomènes principaux que l'on ne constate que dans cette famille :

» 1° L'allongement des filets des étamines et leur expulsion ;

» 2° La fécondation par la perforation du pollen.

» Ces deux actes ont leur raison d'être.

» Le grain, résultat de la fécondation, doit occuper, après son entier développement, tout le compartiment formé par la réunion des deux valves. Or les étamines occupent les deux tiers de cette capacité, et par leur volume elles gêneraient la croissance du grain; elles doivent être expulsées : de là, l'allongement des filets, l'existence et l'utilité des glandes alimentaires.

» Puisque la fécondation est instantanée, il faut que la fovilla pénètre instantanément à l'ovaire à travers le stigmate, dont l'existence ne dure que le moment de la fécondation : de là, la structure du stigmate et le phénomène de la perforation du pollen.

» Tous les faits que je viens d'indiquer peuvent s'observer très-facilement sur les céréales et les graminées des prairies. Pour voir le détail de la fécondation, il suffit de fendre longitudinalement la valve externe; en écartant les deux parties de cette valve, on découvre les organes de la fécondation renfermés dans les deux rideaux de la valve interne; la chaleur de l'haleine, un rayon de soleil suffisent pour déterminer le phénomène de la fécondation.

« L'hybridation naturelle des graminées est impossible, en présence de la fermeture exacte de la capacité ou chambre contenant les organes de la fécondation. »

ZOOLOGIE. — *Sur une rainette de la Nouvelle-Grenade qui sécrète un venin dont les Indiens se servent pour empoisonner leurs flèches.* Note de **M. J. Escobar**, présentée par M. Aug. Duméril (1). (Extrait.)

« La rainette dont il s'agit semble appartenir à l'espèce dite *Phyllobates melanorhinus.* Elle est connue dans le pays sous les noms de *Ranilla roja* ou *rojiça.* Elle est, pendant la vie, d'une teinte rouge, nuancée de jaune de Naples, et plutôt par conséquent rouge-jaunâtre comme certaines oranges dont la nuance se rapproche de celle du citron (2). Le jaune prédomine après le séjour de l'animal dans l'alcool. Il y a deux variétés, l'une dont le ventre est noir, et l'autre où il est de la même couleur que les régions supérieures.

» Le venin est fourni par la région dorsale; il ne paraît jouir complétement de ses propriétés que s'il est recueilli au moment où l'animal, encore vivant, le sécrète. Pour en déterminer la sécrétion, on introduit dans la bouche de la rainette une petite spatule de bois, et en prenant de grandes précautions pour ne pas produire des désordres qui amènent trop promptement la mort, on la fait pénétrer à l'intérieur de façon à déterminer de vives souffrances sous l'influence desquelles toute la région supérieure du corps se couvre d'un liquide blanc, laiteux et visqueux : c'est le venin, dont on se hâte aussitôt d'enduire le bout des flèches. Quelquefois on obtient une quantité plus considérable de cette substance, si l'animal n'a pas succombé pendant la première opération, en introduisant un poinçon dans l'un des membres abdominaux, ce qui amène à sa surface une sécrétion de même nature. D'autres fois enfin, on arrive au même résultat en

---

(1) En présentant cette Note, M. Duméril annonce que le Muséum d'Histoire Naturelle vient de recevoir de M. Escobar, qui habite Medellin (Nouvelle-Grenade, province d'Antiquioa), un exemplaire de ce Batracien conservé dans l'alcool. Déjà, à une époque récente, M. Triana, botaniste, en avait donné d'autres rapportés par lui-même de la province du Choco.

M. Duméril dépose sur le bureau, pour être mis à la disposition de l'Académie, six bouts de flèches préparés par les Indiens et enduits de la liqueur venimeuse.

(2) Le Mémoire cite M. le Dr Jose Vicenti Urubi comme ayant étudié l'animal dans les forêts du Choco.

exposant la rainette à la chaleur modérée et à la fumée d'un feu clair (1).

» Ce poison peut produire la mort de grands animaux, d'un jaguar, par exemple. Il est mortel également pour l'homme.

» Les expériences tentées sur les animaux ont prouvé que, comme dans celles qui ont été faites avec le curare, l'action toxique semble porter sur les organes du mouvement et non sur ceux de la sensibilité. L'assoupissement et le sommeil qui précèdent la mort des animaux empoisonnés par le venin des crapauds n'a pas été observé. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Analyse de la météorite de Kernouve, près Cléguérec, arrondissement de Napoléonville (Morbihan), tombée le 22 mai* 1869. Note de **M. F. Pisani**, présentée par M. Daubrée (2).

« La météorite que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie est tombée dans un pré du hameau de Kernouve, qui fait partie du bourg de Cléguérec, arrondissement de Napoléonville. On a évalué la masse à 80 kilogrammes environ. Il a dû avoir une forme conique, à en juger par les morceaux que je possède; l'un d'eux, que je présente à l'Académie, présente la forme d'une portion de cône dont une partie de la surface et de la base est recouverte de sa croûte. Ce morceau pèse 16 kilogrammes.

» D'après les renseignements qu'on m'a donnés sur place, le bolide se serait enfoncé jusqu'à la profondeur d'un mètre, et aurait été entièrement recouvert par la terre que le choc aurait fait rejaillir. Une jeune fille qui se trouvait à quelques mètres paraît avoir été le seul témoin de la chute, dont le bruit l'a effrayée au point de la rendre malade.

» La chute a eu lieu le 22 mai, à $9^h 45^m$ du soir. Le lendemain, les paysans sont accourus et, à coups de masse, ils ont brisé la météorite pour s'emparer des débris qu'ils ont pu détacher. Ils sont restés convaincus qu'ils étaient en possession de *fragments de la lune*.

» Je suis arrivé sur place quelques jours après, et l'on voyait encore les traces de la carbonisation de l'herbe, sur les bords du trou où s'était enfoncée la météorite.

---

(1) Ce dernier procédé a été signalé par M. Roulin, comme étant employé par les Indiens qui veulent obtenir des Batraciens du Choco le venin avec lequel ils empoisonnent leurs flèches (*Revue des Deux-Mondes*, 1835, 4e série, t. IV, p. 187).

(2) Cette chute a déjà été l'objet d'une communication de M. de Limur, dans la séance du 7 juin courant (*Comptes rendus*, t. LXVIII, p. 1338).

» Cette météorite est d'un gris assez foncé, très-compacte, à texture grenue. Elle est fortement magnétique. Le fer y est disséminé en grains excessivement brillants; par places, on voit des veines ou filets minces de ce métal, ayant plusieurs centimètres de long, ou bien on en rencontre de petites masses ayant plusieurs millimètres de diamètre. La pyrite s'y trouve également disséminée et plus rarement en veines. J'en ai vu une ayant de 2 à 3 centimètres de long sur 2 millimètres d'épaisseur. On remarque, en certains endroits, de petits noyaux composés probablement soit d'enstatite, soit d'un des feldspaths qui se trouvent dans les météorites; je me propose d'en étudier plus tard la nature.

» La densité de cette météorite est de 3,747 (moyenne). Au chalumeau, elle fond difficilement, en scorie noire magnétique. Au spectroscope, on voit la chaux et la soude. Elle est attaquable en partie par l'acide chlorhydrique, avec dégagement d'hydrogène sulfuré, en formant gelée.

» La pyrite qui s'y trouve n'est pas altérable, et reste avec les silicates quand on en sépare le fer au barreau aimanté. A l'analyse que j'ai faite dans mon laboratoire, elle a donné :

Analyse totale.

Fer	22,25
Nickel	1,55
Soufre	2,15
Cuivre	traces
Fer chromé	traces
Silice	32,95
Alumine	3,19
Oxyde ferreux	11,70
Magnésie	23,68
Chaux	1,89
Soude (traces de potasse)	1,41
	100,77

Silicate attaquable.

		Oxygène.	
Silice	10,05	5,33	
Alumine	1,03	0,48	
Oxyde ferreux	7,72	1,71	7,90
Magnésie	14,86	5,94	
Chaux	0,47	0,13	
Soude	0,47	0,12	
	34,60		

Silicate inattaquable.

		Oxygène.		Rapport.
Silice	22,90	12,2		2
Alumine	2,16	1,05	6,09	1
Oxyde ferreux	3,98	0,88		
Magnésie	8,82	3,52		
Chaux	1,42	0,40		
Soude (tr. potasse)	0,94	0,24		
	40,22			

» Cette météorite est donc composée de :

Fer nickélifère	20,50
Pyrite magnétique, Fe^7S^8	5,45
Silicate attaquable	34,60
Silicate inattaquable	40,22. »

M. **Abeille** demande et obtient l'autorisation de retirer du Secrétariat un Mémoire adressé par lui, le 20 octobre 1851, sous le titre « Mémoire sur l'emploi de l'électricité pour combattre les accidents dus à l'inhalation trop prolongée de l'éther ou du chloroforme ».

M. **Wattebled** écrit à l'Académie, au sujet d'un travail concernant le « rapport du cercle ».

On fera savoir à l'auteur que toutes les communications se rapportant à la quadrature du cercle sont considérées, en vertu d'une décision générale, comme non avenues.

M. **Basterot** adresse une Lettre concernant un Mémoire soumis par lui, le 30 mars 1868, au jugement de l'Académie, et intitulé « l'Érosion, ses lois, ses effets, etc. ».

Cette Lettre sera transmise à la Commission nommée.

A 5 heures trois quarts, l'Académie se forme en comité secret.

La séance est levée à 6 heures un quart. É. D. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 21 juin 1869, les ouvrages dont les titres suivent :

Théorie mécanique de la chaleur; par M. A. Dupré. Paris, 1869; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Combes.)

Rapport sur les travaux des Conseils d'hygiène publique et de salubrité du

département de Sarthe pendant l'année 1867; *par* M. J. LE BÈLE. Le Mans, 1869; in-8°.

Notice historique, physico-chimique et médicale sur les eaux thermales chlorurées de Salins, près Moutiers-Tarentaise (Savoie); par M. C. LAISSUS. Paris, 1869; in-8°.

Notes paléontologiques: 6e article contenant la suite du prodrome des Téléosauriens du Calvados; par M. Eugène DESLONCHAMPS. Caen et Paris, 1869; in-8°.

Disjonction de l'os malaire avec semi-luxation en arrière, paralysie du nerf sous-orbitaire, exophthalmie, etc.; guérison; par M. SONRIER. Paris, sans date; opuscule in-8°. (Présenté par M. le Baron Larrey.)

Thèse pour le Doctorat en médecine présentée et soutenue le 10 *juin* 1869 : *Étude sur les hôpitaux sous tentes; par* M. J. SCHATZ. Paris, 1869; in-4°. (Présenté par M. le Baron Larrey.)

Sur la non-existence du terrain houiller dans les Pyrénées françaises, entre les gîtes extrêmes des Corbières et de la Rhune; par M. LEYMERIE. Paris, 1869; in-4°.

Les Merveilles de la Science, ou Description populaire des inventions modernes; par M. Louis FIGUIER, 31e série. Paris, 1869; in-4° avec figures.

Du blé considéré au point de vue botanique; par M. BIDARD. Rouen 1866; br. in-8°.

Compte rendu des travaux de la Société impériale de Médecine de Bordeaux pour l'année 1868; *par* M. Ch. DUBREUILH, 71e année. Bordeaux, 1869; br. in-8°. (Présenté par M. le Baron Larrey.)

Programme de la Société hollandaise des Sciences de Harlem, année 1869. Sans lieu ni date; opuscule in-8°.

Bulletin de la Société des Sciences naturelles de Neuchâtel, t. VIII, 1er cahier. Neuchâtel, 1868; in-8°.

(*La suite du* Bulletin *au prochain numéro.*)

ERRATA.

(Séance du 7 juin 1869.)

Page 1303, ligne 10, *au lieu de* l'action locale, que, *lisez* l'action locale que.

Page 1303, 1304 et 1305, *remplacez partout* (aux tableaux des chiffres) *t* par *r*.

Page 1305, ligne 8, *au lieu de* 1288, *lisez* — 1288.

Page 1306, avant-dernière ligne, *supprimez les mots :* ou la presque totalité.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 28 JUIN 1869.

PRÉSIDENCE DE M. CLAUDE BERNARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. Murchison, présent à la séance, demande la parole et s'exprime comme il suit :

« En occupant pour la première fois ma place parmi les Membres de cette illustre Académie, j'éprouve le besoin de lui exprimer ma profonde reconnaissance pour m'avoir jugé digne d'un tel honneur.

» Je le dois sans doute aux travaux assidus par lesquels, en interrogeant la nature, je suis parvenu à établir une classification des premiers dépôts des sédiments formés sur notre globe, classification qui a été adoptée généralement, non-seulement en Angleterre, en France et dans le reste de l'Europe, mais aussi en Amérique et dans les autres parties du monde.

» Parmi les vérités que j'avais dès l'abord entrevues, et que rien n'est venu changer depuis trente ans (c'est-à-dire depuis la publication en 1838 de mon *Silurian System*), deux me paraissent dignes de vous être rappelées :

» La première, c'est que, parmi les nombreux animaux marins qui peuplaient les mers à l'époque où se déposait le grand terrain silurien inférieur, il n'a jamais été trouvé un seul poisson; ces vertébrés semblent avoir

apparu seulement vers la fin de l'époque silurienne supérieure; toutes les recherches pour en trouver plus bas sont restées infructueuses;

» La seconde, c'est que, dans ces mêmes dépôts composés de roches qui ont été formées sur des rivages, sur des récifs et dans des fonds de mer peu profonds, pas une plante terrestre n'a encore été découverte.

» On a annoncé dernièrement, il est vrai, qu'un jeune et habile savant suédois, M. Otto Torrell, avait trouvé une plante terrestre dans une roche de son pays, qu'il nomme *cambrienne;* mais cette roche, que j'ai étudiée sur place, n'est en réalité qu'une arkose ou grès de peu d'épaisseur situé à la base des dépôts siluriens à Orthocères et à Trilobites. C'est ainsi que je l'ai décrite dans l'ouvrage sur la géologie de la Russie et de la Scandinavie, que j'ai publié en 1845, avec MM. de Verneuil et de Keyserling.

» Puis il restait à savoir si le fossile en question appartenait réellement au règne végétal. Or plusieurs des meilleurs paléontologistes anglais qui ont examiné les échantillons y ont reconnu un animal de l'ordre des Annélides, et cette opinion a été corroborée par la découverte récente dans ces mêmes couches d'une Lingule et d'autres fossiles marins.

» En outre de ces deux résultats de mes recherches siluriennes, une conséquence importante a suivi leur application aux roches du nord-ouest de l'Écosse (Sutherland et Ross). C'est dans ces montagnes que j'ai reconnu, pour la première fois, qu'il existe de grands massifs gneissiques stratifiés, qui sont inférieurs aux roches cambriennes et siluriennes inférieures, ces dernières contenant des fossiles caractéristiques. Quant à ces massifs inférieurs, j'ai aussi prouvé qu'ils sont les équivalents du système Laurentien de l'Amérique du Nord, système qui forme ainsi la base de tous les dépôts paléozoïques des Iles Britanniques, comme au Canada.

» Ces découvertes ont modifié essentiellement les cartes géologiques de l'Écosse.

» J'ai l'honneur d'offrir à l'Académie un exemplaire du dernier discours anniversaire que j'ai lu à la Société royale de Géographie que je préside. J'appellerai son attention seulement sur les développements que j'ai donnés (p. 55), à l'appui d'une ancienne opinion que j'ai toujours soutenue et qui seule me paraît pouvoir rendre compte des grands changements de la surface terrestre dans la longue série des temps géologiques. C'est chez moi une intime conviction, que je partage avec mon illustre ami M. Élie de Beaumont, que les forces, qui ont produit les grandes dislocations de ces époques, avaient une intensité beaucoup plus énergique que celles dont

nos volcans ou tremblements de terre actuels peuvent nous donner l'idée. Les anciennes dénudations nettes, opérées sur une échelle qui étonne notre imagination, ne peuvent s'expliquer, selon moi, que par de grandes vagues de translation, dues à des soulèvements et à des tremblements de terre dont nous n'avons qu'une image affaiblie dans les ravages terribles qu'une seule vague marine a causés lors du récent petit soulèvement du Pérou.

» Permettez-moi Messieurs, en terminant, de vous exprimer la haute satisfaction que j'ai éprouvée, il y a peu de jours, en entendant à Londres un Membre de cette illustre Académie rendre, dans une circonstance remarquable, un si noble hommage à mon célèbre compatriote Faraday. La juste appréciation de la valeur des découvertes originales de notre grand chimiste et physicien, et l'éloquence de M. Dumas, qui venait évidemment du cœur, a profondément touché tous les savants anglais, et m'a fait vivement sentir quel vide a laissé la mort de Faraday, et combien peu un géologue comme moi était digne de le remplir. »

M. Dumas prend alors la parole, et s'exprime comme il suit :

« Les paroles que notre illustre Associé étranger vient de prononcer m'obligent à dire qu'ayant été choisi pour recevoir la première médaille commémorative de Faraday, instituée par les Savants anglais, j'ai été accueilli au milieu d'eux, à cette occasion, avec une haute sympathie dont les témoignages m'ont profondément touché et d'autant plus, j'aime à le répéter ici, après l'avoir énoncé à Londres, qu'ils s'adressaient bien plutôt à la Science française, représentée par l'un des Secrétaires perpétuels de l'Académie, qu'à M. Dumas lui-même. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur l'emploi de la contre-vapeur dans l'exploitation des chemins de fer ; par* **M. Combes.**

« L'objet essentiel du deuxième Mémoire contenu dans le volume que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie, dans sa séance du 10 mai dernier, est l'application des principes de la théorie mécanique de la chaleur aux machines locomotives ou autres marchant à contre-vapeur, suivant les procédés appliqués pour la première fois en 1866 sur le chemin de fer du Nord de l'Espagne et qui sont déjà passés dans la pratique générale de l'exploitation des voies ferrées.

» Les moyens par lesquels a été rendue possible et facile la marche à

contre-vapeur dans l'exploitation des chemins de fer sont fort simples. Ils consistent à faire arriver, préalablement à toute manœuvre des mécanismes par lesquels on change la position du tiroir, dans les conduits d'échappement des cylindres qui aboutissent à la tuyère, un jet de vapeur chargé d'eau liquide dans une proportion que le mécanicien peut faire varier à volonté, en ouvrant plus ou moins des robinets adaptés à des tuyaux de petit diamètre partant de la chaudière, où ils débouchent l'un au-dessus, l'autre au-dessous du niveau de l'eau et qui se réunissent ensuite en un tuyau unique, lequel se bifurque de nouveau en deux branches allant chacune au conduit d'échappement de l'un des cylindres. La vapeur chargée d'eau doit arriver en assez grande abondance pour fournir à l'aspiration des cylindres déterminée par le vide que les pistons laissent derrière eux, et pour tenir la tuyère constamment remplie, avec léger écoulement par son orifice, afin que l'air chaud de la boîte à fumée ne puisse pas pénétrer dans les cylindres en même temps que la vapeur. Telles sont les dispositions mises en pratique sur le chemin de fer du Nord de l'Espagne, que M. Ricour a décrites dans deux Mémoires imprimés, le premier dans les *Annales des Mines*, 6e série, t. X, le second dans les *Annales des Ponts et Chaussées*, t. XVII. M. Marié, Ingénieur en chef du matériel et de la traction aux Chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée, en appliquant sur ces lignes les dispositions décrites dans le Mémoire de M. Ricour, y apporta quelques modifications importantes. En juin 1867, un grand nombre de machines locomotives du chemin de Paris à Lyon étant déjà pourvues des nouveaux appareils, M. Marié rédigea et fit imprimer une Instruction pratique très-détaillée et fort bien faite sur l'emploi de la contre-vapeur pour modérer la vitesse des trains. Elle avait été précédée, dès le 24 décembre 1866, d'une Note autographiée où sont décrits le mécanisme à vis pour le changement de position de la coulisse et du tiroir, et l'agencement particulier des tuyaux qui amènent l'un de la vapeur, l'autre de l'eau prises à la chaudière dans une boîte où elles se mêlent dans des proportions que le mécanicien règle à volonté, et d'où la vapeur plus ou moins chargée d'eau arrive, par un autre tuyau bifurqué, aux deux conduits d'échappement.

» J'ai supposé, dans mon Mémoire, que le fluide aspiré du conduit d'échappement dans le cylindre, dans la marche à contre-vapeur, était de la vapeur saturée, sans mélange d'eau ni d'air, à la température de 100 degrés et sous la pression atmosphérique, comme cela aurait lieu, si le conduit d'échappement aboutissait à une capacité limitée contenant de l'eau et de la vapeur purgée d'air à 100 degrés, où la température et la pression seraient

limitées par une large soupape, dont le poids serait bien équilibré et qui mettrait obstacle à toute entrée de l'air extérieur, quand la pression intérieure viendrait à s'abaisser au-dessous d'une atmosphère. En admettant que la vapeur saturée et sèche suit, lorsqu'elle est comprimée sans addition ni déperdition de chaleur, la loi d'un gaz permanent de même chaleur spécifique, le calcul m'a donné, pour la température finale de la vapeur à la fin de la compression au plus 170°,7, et pour sa pression $2^{at},14$. C'est alors que la vapeur de la chaudière, à la pression de 8 atmosphères et à la température correspondante de 170°,81, fait irruption dans le cylindre par la lumière et vient se mêler à la vapeur qui s'y trouvait sous une pression beaucoup moindre. La vitesse avec laquelle cette vapeur a traversé le passage rétréci de la lumière s'éteint bientôt en tourbillonnements, et la force vive dont elle était animée se convertit en chaleur, sans que la quantité totale de chaleur qui était, avant l'irruption, contenue dans l'ensemble du système soit pour cela modifiée sensiblement, puisqu'il n'y a eu ni travail mécanique développé en quantité notable, ni par hypothèse chaleur venue de l'extérieur. Quand l'état de repos est rétabli dans le cylindre, le refoulement de la vapeur vers la chaudière par l'action du piston donne lieu à un dégagement de chaleur qui s'accumulerait dans la chaudière et y élèverait la température, si celle-ci n'était maintenue constante en même temps que la pression, par l'écoulement de la vapeur à travers les soupapes de sûreté et par l'alimentation d'eau froide nécessaire pour remplir le vide que laissent cet écoulement et la dépense de vapeur envoyée au conduit d'échappement. Si donc la chaleur totale se répartissait à chaque instant uniformément dans la masse entière de vapeur et d'eau existantes, il n'y aurait aucune accumulation de chaleur dans le cylindre. Cependant l'expérience montre que, si l'on injecte de la vapeur non chargée d'eau dans les conduits d'échappement, même en assez grande abondance pour empêcher complétement l'air et les gaz de la boîte à fumée d'entrer par la tuyère, la température des parois de ces cylindres, des boîtes de distribution de la vapeur et des extrémités voisines des tuyaux qui vont à la chaudière s'élève bientôt assez pour brûler les graisses et donner lieu au *grippement* et à l'usure rapide des pièces frottantes. M. Ricour, dans son premier Mémoire daté, à Madrid, du 24 avril 1866 (*Ann. des Mines*, 6e série, t. X, p. 155), a expliqué cet échauffement par la compression brusque de la vapeur qui existe dans le cylindre à une pression de 2 atmosphères à peine, au moment de l'irruption de la vapeur à 8 atmosphères venant de la chaudière. Il a développé cette explication dans son second Mémoire inséré aux *Annales des Ponts et Chaussées*, t. XVII, p. 245.

Dans une Note manuscrite qu'il m'a remise le 22 avril dernier, il insiste particulièrement sur ce que la chaleur développée par l'extinction de la force vive dont la vapeur est animée, quand elle jaillit de la boîte de distribution dans le cylindre par le passage rétréci de la lumière, ne se répartit pas dans tout le système, mais reste dans la petite quantité de vapeur que le cylindre renferme et en élève beaucoup la température, à moins qu'elle ne soit chargée d'eau en quantité suffisante pour la maintenir saturée sous la pression existante dans la chaudière même, où elle est limitée par la charge des soupapes. Si l'eau liquide fait défaut, la vapeur surchauffée et refoulée par l'effet de la dilatation et par le piston reste dans la boîte de distribution et dans la partie voisine du tuyau qui joint celle-ci à la chaudière; c'est donc cette même vapeur surchauffée qui fera irruption dans le cylindre, dans l'excursion suivante du piston, et recevra, par les mêmes causes, un nouvel accroissement de température. M. Ricour conclut, qu'abstraction faite de l'influence des parois solides supposées imperméables à la chaleur, la température de la vapeur sèche croîtrait ainsi de quantités de moins en moins grandes à chaque excursion du piston, de manière à atteindre une limite supérieure qu'il essaye de déterminer; il calcule ensuite la quantité d'eau liquide dont la vapeur envoyée dans les conduits d'échappement doit être chargée, pour que la vapeur dans le cylindre soit toujours à l'état de saturation.

» Ces considérations sont justes. En les appliquant aux données définies dans mon Mémoire (pression de 8 atmosphères dans la chaudière, tiroir réglé de manière que l'admission cesse et que la détente de la vapeur commence quand le piston a parcouru la moitié de sa course, dans la marche directe), je trouve que, si la machine, marchant à contre-vapeur, aspire de la vapeur sèche à 100 degrés et à la pression d'une atmosphère dans les conduits d'échappement, la limite de température que la vapeur ne pourra pas dépasser dans le cylindre sera de 500 degrés environ, et qu'il suffira, pour maintenir la vapeur constamment à l'état de saturation et prévenir par conséquent toute surchauffe, que le mélange de vapeur et d'eau envoyé dans les conduits d'échappement renferme au plus 22 centièmes de son poids d'eau liquide contre 78 centièmes de vapeur. Les calculs que je ne puis reproduire dans cette Note sont exposés dans un Mémoire supplémentaire qui va être publié.

» La proportion d'eau qu'il sera nécessaire et suffisant de faire arriver dans les conduits d'échappement augmentera avec la partie de la course durant laquelle le piston refoulera le fluide aqueux dans la chaudière; mais

dans aucun cas il ne serait nécessaire d'y amener de l'eau seule : il ne faudrait agir ainsi que si, par suite d'une négligence du mécanicien ou d'un règlement défectueux du tiroir, il s'était déjà produit un suréchauffement qu'il importerait de faire cesser au plus tôt. Les dispositions appliquées aux locomotives sur la ligne du Nord de l'Espagne, et sur celles de Paris à Lyon et à la Méditerranée se prêtent parfaitement à cette manœuvre.

» Restait à examiner quelle serait l'influence d'une proportion d'eau supérieure à celle qui suffit pour prévenir l'échauffement des cylindres. Afin d'éclairer ce point, j'ai analysé les effets qui doivent se produire lors de la marche à contre-vapeur, dans l'hypothèse, précédemment admise, que le cylindre communique avec la chaudière durant la moitié de la course du piston, en supposant le cas extrême où l'on amènerait exclusivement de l'eau de la chaudière à la base des tuyaux d'échappement, ainsi que M. Le Châtelier a conseillé de le faire, à la suite de nouvelles expériences qu'il a récemment publiées (*Mémoire sur la marche à contre-vapeur des machines locomotives*, par M. Le Châtelier, Ingénieur en chef des Mines). L'eau sortie de la chaudière à la température de 171 degrés et sous la pression de 8 atmosphères se vaporise partiellement en arrivant dans les tuyaux d'échappement, qui communiquent librement avec l'atmosphère extérieure; sa température s'abaisse et elle se transforme en un mélange d'eau et de vapeur, composé en poids de 87,65 pour 100 d'eau, et 12,35 pour 100 d'eau liquide à la température commune de 100 degrés sous la pression atmosphérique.

» J'admets que ce mélange soit uniforme et qu'il entre à cet état dans les cylindres derrière le piston, lorsque la lumière est démasquée à l'intérieur par les rebords du tiroir, et je calcule le poids d'eau qui doit passer, à chaque révolution complète des roues motrices, de la chaudière aux tuyaux d'échappement, par la condition que le mélange fluide affluent suffise à fournir le volume aspiré dans les deux cylindres de la locomotive, au moment où ce volume atteint son maximum. Je trouve ainsi que le poids d'eau à conduire, par tour de roues motrices, de la chaudière aux tuyaux d'échappement, exprimé en kilogrammes, doit être égal à dix-neuf fois et demie à très peu près la capacité utile d'un des cylindres exprimée en mètres cubes (j'entends par *capacité utile* le produit de la surface du piston par la longueur de la course); de cette quantité d'eau, un peu moins des quatre cinquièmes reviennent à la chaudière, à l'état de mélange d'eau et de vapeur refoulé par les pistons; un peu plus du cinquième s'écoule par l'orifice ouvert de la tuyère et une quantité égale d'eau prise dans le tender doit être injectée dans la chaudière par les appareils alimentaires, pour y maintenir

la constance du niveau de l'eau. Calculant ensuite, d'une part le travail résistant exercé sur les pistons et la chaleur qui en résulte, d'autre part la chaleur perdue par suite de l'écoulement du mélange fluide sorti par la tuyère et celle qui est prise par l'eau d'alimentation introduite, je trouve que cette seconde quantité de chaleur dépasse la première, de telle sorte que, même abstraction faite de tout refroidissement externe, la température et la pression primitives ne peuvent être maintenues dans la chaudière qu'en ajoutant les deux tiers en sus environ à la chaleur créée par le travail mécanique résistant. Ce supplément venant de l'extérieur doit être fourni par le foyer et exige une dépense permanente de combustible, qui, en prenant pour exemple des machines à marchandises dont le cylindre aurait un peu plus d'un dixième de mètre cube de capacité utile, comme celles qui circulent sur la ligne du Bourbonnais, serait d'environ 1 kilogramme de coke par kilomètre parcouru : c'est la dix-neuvième partie de la consommation moyenne des machines de ce genre en service, telle qu'elle est donnée dans les états statistiques de la Compagnie. Une pareille dépense ne serait importante que sur des chemins où le profil comporterait de longues pentes assez fortes pour qu'il fût besoin de modérer la vitesse à la descente, ce qu'on ferait en usant de la contre-vapeur. De plus, s'il était possible, sans avoir des rentrées d'air, de limiter la quantité d'eau venant de la chaudière aux tuyaux d'échappement à celle du mélange fluide qui est refoulé dans la chaudière, après avoir passé par les cylindres, toute déperdition de vapeur ou d'eau par l'orifice de la tuyère serait évitée, la quantité d'eau resterait invariable dans la chaudière sans le secours des appareils d'alimentation et, la chaudière recevant alors la chaleur créée par le travail résistant sans aucune perte, la température et la pression s'y élèveraient bientôt, si les soupapes de sûreté ne donnaient issue à la vapeur, dont l'écoulement rétablirait la température et exigerait l'introduction de l'eau du tender pour maintenir le niveau normal de l'eau. Cette observation suffit pour montrer qu'en laissant arriver de la chaudière aux tuyaux d'échappement, une quantité déterminée d'eau chaude, supérieure à celle que les pistons refoulent dans la chaudière, on peut obtenir une compensation exacte entre le chaleur emportée par le fluide aqueux s'écoulant par la tuyère et la chaleur prise par l'eau alimentaire qui le remplace d'une part, et la chaleur créée d'un autre côté par le travail résistant. Le calcul fait voir que le poids de cette quantité d'eau en kilogrammes doit être égal à $17^{\text{kil}},92$ par chaque mètre cube de capacité utile de l'un des cylindres. De ces $17^{\text{kil}},92$, $15^{\text{kil}},28$ seraient restitués à la chaudière, en passant par les cylindres et

$2^{kil},64$ s'écouleraient par l'orifice de la tuyère. Il est vraisemblable que cela suffirait pour prévenir complétement l'aspiration de l'air; dans les moments où l'affluence d'eau venant de la chaudière serait insuffisante pour remplir les cylindres en arrière des pistons, il y serait suppléé par la provision de fluide aqueux accumulée dans l'intérieur des tuyaux d'échappement et de la tuyère.

» Quant au travail résistant développé par révolution complète de l'essieu moteur, il est à peu près le même, soit que les cylindres aspirent de la vapeur sèche à 100 degrés, comme je l'ai supposé dans mon Mémoire primitif, soit qu'ils aspirent le mélange fluide formé par l'eau de la chaudière envoyée exclusivement dans les tuyaux d'échappement : 68 000 AL kilogrammètres dans le premier cas, et 66 000 AL dans le second (AL désignant la capacité utile des deux cylindres réunis).

» Les conséquences pratiques de la discussion précédente sont manifestes et peuvent être ainsi résumées :

» 1° Il est nécessaire, pour prévenir l'échauffement des cylindres, des garnitures et des tiroirs dans la marche à contre-vapeur, de laisser arriver de la chaudière aux tuyaux d'échappement de la vapeur chargée d'une proportion d'eau d'autant plus grande que la communication entre la chaudière et le cylindre reste ouverte pendant une partie plus étendue de la course des pistons. Lorsque la communication est ouverte durant la moitié de la course en moyenne, il suffit que le mélange aqueux aspiré dans les cylindres renferme environ les 22 centièmes de son poids d'eau liquide.

» 2° On peut forcer la proportion d'eau dans le mélange et même laisser arriver exclusivement dans les tuyaux d'échappement de l'eau de la chaudière, ainsi que l'a conseillé M. Le Châtelier, sans diminuer notablement le travail résistant exercé sur les pistons et les roues motrices, et sans qu'il soit besoin d'entretenir la combustion dans le foyer, pour maintenir la température et la pression dans la chaudière, pourvu toutefois que la dépense d'eau reste au-dessous d'une limite peu élevée, que j'ai essayé de déterminer dans le Mémoire. Dans le cas où cette limite serait dépassée, on aurait l'inconvénient d'une dépense inutile d'eau et de combustible.

» Ces conclusions, qui sont une conséquence des principes de la théorie mécanique de la chaleur, paraissent être en harmonie avec les faits observés jusqu'ici par les ingénieurs de l'exploitation des chemins de fer, sur lesquels on a introduit ou expérimenté l'emploi de la contre-vapeur.

» Il est essentiel d'ajouter que, s'il n'y a aucun désavantage à augmenter

jusqu'à une certaine limite la quantité d'eau amenée de la chaudière aux conduits d'échappement, cela tient à ce que la construction des machines locomotives ne permet pas d'emmagasiner la chaleur créée par le travail résistant exercé sur les pistons, dans la marche à contre-vapeur, et exige au contraire qu'on laisse perdre cette chaleur par les soupapes de sûreté ou la tuyère, afin que la température et la pression dans la chaudière restent en dessous de la limite qu'il serait fort imprudent de dépasser. »

PHYSIQUE. — *Sur un mode de condensation du magnétisme, analogue à la condensation de l'électricité; par* **M. J. Jamin.**

« Ayant besoin, pour des expériences spéciales, d'un aimant permanent de grande force, je me suis adressé à M. Limet, fabricant d'acier, dont les produits ont été remarqués à la dernière exposition. M. Limet mit autant de zèle que de désintéressement à bien remplir la tâche que je lui avais confiée et prépara dix lames d'acier parfaitement homogènes, fortement trempées, pesant chacune 10 kilogrammes et pouvant se réunir en un seul faisceau en fer à cheval. Je m'étais réservé le soin de les aimanter, et j'ai réussi à leur faire porter la charge énorme de 300 kilogrammes, force qu'on n'a pas encore dépassée, si toutefois elle a été atteinte. Ce résultat témoigne de l'habileté de M. Limet, et recommande ses aimants à l'attention des physiciens. J'espère même dépasser cette limite; mais mon but actuel n'est pas d'insister sur ce point, je ne veux que faire connaître à l'Académie une curieuse particularité qui n'a pas été jusqu'ici clairement observée.

» L'aimant de dix lames est suspendu à une charpente solide. Autour des deux jambes pendantes est disposée une double bobine de fils de cuivre dans laquelle on dirige le courant de 50 éléments de Bunsen, ce qui permet de l'aimanter à un moment donné dans le sens que l'on veut. Une petite aiguille aimantée horizontale, que l'on place dans le plan des pôles, à une distance déterminée, permet de reconnaître et de mesurer les variations du magnétisme libre accumulé à ces pôles. Enfin, un série de plaques de fer doux, ayant la forme ordinaire des *contacts*, s'appliquent sous la surface polaire à l'une quelconque des lames du faisceau. Ces contacts supportent des poids au moyen d'un système de leviers facile à concevoir.

» Avant d'appliquer aucun contact, on commença par faire passer le courant pendant quelques minutes, puis on le rompit, ce qui donna au faisceau un premier état de saturation, caractérisé par une déviation déter-

minée de l'aiguille aimantée. On mit ensuite un contact qui soutint environ 140 kilogrammes. Cette aimantation était invariable. Après chaque séparation du contact la réaction sur l'aiguille reprenait sa valeur primitive, et la charge supportée restait toujours égale à 140 kilogrammes.

» Toutes les fois qu'on réappliquait le contact sous l'une des lames, la première par exemple, la déviation de l'aiguille diminuait, parce que le fet doux prenait des pôles contraires à ceux auxquels il adhérait et que ceux-là *dissimulaient* ceux-ci. Et non-seulement la première lame perd une grande partie de son magnétisme libre, mais encore toutes les autres. On s'en aperçoit en appliquant successivement des contacts sous la deuxième, la troisième lame, etc. : le deuxième adhère beaucoup moins que le premier, le troisième se soutient à peine, et le quatrième ne peut demeurer suspendu; mais le premier placé reste fixé avec la même énergie, parce qu'il a pris et dissimulé la plus grande partie du magnétisme des lames, et qu'il n'en a presque point laissé pour agir sur les autres contacts. Il y a une analogie évidente entre ces faits et ceux qu'on observe en électricité, quand on approche d'un plateau chargé une lame métallique en rapport avec le sol.

» Cette ressemblance des phénomènes nous autorise à appliquer ici le raisonnement qu'on fait à propos de la bouteille de Leyde, et à dire : Puisque les lames aimantées ont toutes perdu par l'approche du contact une grande partie du magnétisme qu'elles avaient reçu de la spirale, celle-ci pourra leur en rendre, si on la fait agir de nouveau, une nouvelle quantité, qui se dissimulera partiellement comme la première. Finalement, il y aura une grande accumulation de magnétisme, un nouvel état de saturation très-supérieur au premier, et une adhérence plus considérable. L'expérience vérifie en effet toutes ces prévisions.

» Aussitôt qu'on eut fait passer le courant dans la bobine magnétisante pendant quelques secondes, après l'application du contact, on trouva que l'action de l'aimant sur la boussole avait augmenté, et que, pour arracher le contact, il fallait non pas 140, mais environ 300 kilogrammes.

» Au lieu d'un seul contact, on peut en appliquer plusieurs; il est évident que chacun d'eux doit agir comme le premier, et qu'en aimantant le faisceau par un courant après les avoir placés, on doit atteindre un état de saturation d'autant plus énergique qu'on en aura mis un plus grand nombre. On en plaça cinq, qui portaient ensemble 120 kilogrammes, et qui, après le passage du courant, purent soutenir, pendant plus de huit jours, l'énorme charge de 680 kilogrammes.

» Mais aussitôt que ces contacts eurent été arrachés, l'aimant se réduisit instantanément à son état de saturation primitive, à celui qu'il recevait quand on l'aimantait sans aucun contact et qui est son état permanent. En résumé, on peut condenser dans l'acier armé de contacts une énorme charge magnétique, comme on peut condenser de l'électricité dans un conducteur armé d'un plateau condensateur. Cette charge dure pendant tout le temps que les contacts restent appliqués; elle disparaît aussitôt qu'on les enlève et l'aimant retourne à son état permanent de saturation. Je crois cependant qu'il n'est pas impossible de retenir cette charge et d'augmenter notablement la puissance des aimants d'acier. J'espère le prouver bientôt. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur les bases oxygénées : action du glycol chlorhydrique sur la toluidine; par* **M. Ad. Wurtz.**

« Ayant décrit, dans des communications antérieures, l'action du glycol chlorhydrique sur l'ammoniaque, sur la triméthylamine, sur la triéthylamine, celle de l'amylglycol chlorhydrique sur l'ammoniaque (1), il me reste à faire connaître l'action qu'exerce le glycol chlorhydrique sur les bases aromatiques comme l'aniline et la toluidine. Tel est le sujet de ce travail, qui termine la série des recherches que j'ai entreprises sur la formation artificielle de bases oxygénées.

---

(1) Le chlorhydrate sirupeux formé par l'action de l'ammoniaque sur l'amylglycol chlorhydrique étant traité par la potasse et distillé, il passe une base ammoniacale qui bout vers 160 degrés (p. 1437). Cette base est oxygénée : elle renferme $C^5H^{13}AzO = \left.\begin{matrix} C^5H^{10}.OH \\ H \\ H \end{matrix}\right\} Az.$

Elle forme un sel de platine parfaitement cristallisé qui a donné à l'analyse des nombres qui s'accordent avec la formule $(C^5H^{13}AzO, HCl)^2, PtCl^4$.

	Expérience.	Théorie.
Carbone	19,89	19,42
Hydrogène	4,61	4,53
Platine	31,65	31,87

Ce sel est donc isomérique avec le chloroplatinate de choline; mais la base libre diffère par une molécule d'eau de la choline que M. Strecker a retirée de la bile de porc. Quant au résidu non volatil et qui demeure avec la potasse sous forme d'une masse concrète (p. 1437), il est soluble dans l'éther, et la solution laisse après l'évaporation un résidu épais, très-alcalin, mais avec lequel il a été impossible de préparer un sel de platine défini.

» I. Lorsqu'on chauffe au bain-marie un mélange d'aniline et de glycol chlorhydrique, on obtient une liqueur épaisse, colorée. Traitée par l'eau, elle forme une solution qui donne, avec le chlorure de platine concentré, un précipité cristallin jaune-orangé. Ce sel est très-peu stable et ne peut pas être analysé. Il noircit rapidement.

» Si l'on chauffe le mélange d'aniline avec un excès de glycol chlorhydrique de 195 à 210 degrés, au bain d'air, on obtient, après le refroidissement, une liqueur brune. En reprenant celle-ci par l'eau, on a, après filtration, une solution qui précipite abondamment par le chlorure de platine. Les précipités n'offrent pas une teinte d'un jaune pur. On les purifie en les décomposant par l'hydrogène sulfuré, et précipitant de nouveau par le chlorure de platine les solutions convenablement concentrées. Ces précipités n'offrent pas une composition constante; plusieurs échantillons analysés ont donné de 23,65 à 26,66 pour 100 de platine; ils renferment donc un mélange de sels. Dans une préparation, on a chauffé pendant quelques heures, à 210 degrés, 10 grammes de glycol chlorhydrique avec 4 grammes d'aniline, et l'on a obtenu, en traitant la solution aqueuse par le chlorure de platine, un chloroplatinate qui a été décomposé deux fois par l'hydrogène sulfuré et régénéré deux fois. Le troisième précipité platinique, d'un jaune pur, ayant été séché dans le vide, a donné à l'analyse des nombres qui s'accordent sensiblement avec la formule

$$(C^{12}H^{18}O^{2}Az.Cl)^{2}, PtCl^{4} \quad (1).$$

Le chlorure organique que renferme ce chloroplatinate est $C^{12}H^{18}O^{2}Az, Cl$. Si les analyses indiquées ci-dessous ne sont le fait d'une coïncidence fortuite, on peut exprimer sa constitution par la formule

$$\left.\begin{matrix} C^{6}H^{5} \\ (C^{2}H^{4}.OH)' \\ (C^{2}H^{4}.OH)' \\ C^{2}H^{3} \end{matrix}\right\} Az.Cl,$$

(1) Analyses :

	Expériences I.	Expériences II.	Théorie.
Carbone	34,47	34,61	34,86
Hydrogène	4,30	4,36	4,35
Platine	24,09	»	23,85

et son mode de formation par l'équation

$$\left.\begin{matrix} C^6H^5 \\ H \\ H \end{matrix}\right\} Az + 3C^2H^4 \left\{\begin{matrix} OH \\ Cl \end{matrix}\right. = \left.\begin{matrix} C^6H^5 \\ (C^2H^4.OH)' \\ (C^2H^4.OH)' \\ C^2H^3 \end{matrix}\right\} Az.Cl + 2HCl + H^2O.$$

» II. La toluidine cristallisant facilement, j'ai pensé que les bases résultant de l'action du glycol chlorhydrique sur ce corps pourraient être séparées plus aisément que dans le cas de l'aniline. J'ai réussi, en effet, à isoler trois bases qui se forment lorsqu'on chauffe le glycol chlorhydrique avec la toluidine. L'une d'elles est la vinyltoluidine

$$C^9H^{11}Az = \left.\begin{matrix} C^7H^7 \\ C^2H^3 \\ H \end{matrix}\right\} Az.$$

Les deux autres offrent une composition plus complexe; elles ne renferment plus le radical toluyle C^7H^7, ou méthyle-phényle $C^7H^4.CH^3$, mais le radical C^7H^5, toluényle, qui diffère du premier par H^2, enlevés sans doute au groupe méthyle. L'une contient, indépendamment du toluényle, deux groupes vinyliques; l'autre un groupe hydroxéthylène et un groupe vinyle. Les chlorhydrates de ces deux bases sont donc réprésentés par les formules

$$\left.\begin{matrix} C^7H^5 \\ C^2H^3 \\ C^2H^3 \end{matrix}\right\} Az, HCl \quad \text{et} \quad \left.\begin{matrix} C^7H^5 \\ (C^2H^4.OH)' \\ C^2H^3 \end{matrix}\right\} Az, HCl.$$

» La solution de ce dernier chlorhydrate offre une magnifique fluorescence verte. Cette circonstance, jointe à la complication même de ces bases, qui offrent plus d'un trait de ressemblance avec les bases naturelles, m'a engagé à persévérer dans ces recherches longues et ingrates.

» Lorsqu'on chauffe pendant quelques heures dans un bain d'air, à 220 ou 225 degrés, un mélange de toluidine et de glycol chlorhydrique dans le rapport de 1 à 3 molécules, on obtient une liqueur épaisse brune, quelquefois noire. L'eau ne la dissout qu'incomplétement et en sépare une matière floconneuse, quelquefois une masse noire résineuse.

» Lorsque l'on agite le tout avec de l'éther, celui-ci se colore et se charge d'une quantité variable de vinyltoluidine, dont une partie se sépare quelquefois à l'état pulvérulent. On peut dissoudre cette poudre en la traitant par une grande quantité d'éther, ou mieux par la benzine. La solution éthérée abandonne par l'évaporation des cristaux colorés de la même base.

On les purifie facilement par compression, lavage avec une petite quantité d'éther, cristallisation dans la benzine. Purs, les cristaux sont parfaitement incolores, prismatiques, fusibles de 189 à 191 degrés en un liquide qui se concrète de nouveau à 183 degrés. Ils sont entièrement insolubles dans l'eau. Ils se dissolvent dans les acides sulfurique et chlorhydrique moyennement concentrés. L'eau précipite de ces solutions la base inaltérée. Celle-ci est donc un alcaloïde très-faible. Elle forme néanmoins un chloroplatinate défini qui se sépare sous forme d'un précipité jaune lorsque l'on ajoute du chlorure de platine à la solution chlorhydrique. Ce chloroplatinate renferme

$$(C^9H^{11}Az, HCl)^2, PtCl^4 \quad (1).$$

» La base elle-même a pour composition

$$C^9H^{11}Az \quad (2).$$

» La vinyltoluidine se forme aussi lorsque l'on chauffe la toluidine avec son poids de bromure d'éthylène de 195 à 205 degrés. La base bromethylée,

$$\left.\begin{matrix} C^7H^7 \\ C^2H^4Br \\ H \end{matrix}\right\} Az,$$

qui serait le produit normal de cette réaction, se dédouble en base vinylique et en acide bromhydrique.

» L'eau mère aqueuse et colorée d'où l'éther ou la benzine ont extrait la vinyltoluidine, renferme les chlorhydrates des deux bases qui ont été mentionnées plus haut. Elles y sont contenues en proportions variables. Une coloration foncée, et une fluorescence verte très-prononcée de la solution aqueuse étendue indiquent l'abondance de la base oxygénée

$$C^{11}H^{13}AzO = \left.\begin{matrix} C^7H^5 \\ (C^2H^4.OH)' \\ C^2H^3 \end{matrix}\right\} Az.$$

---

(1) Analyse :

	Expérience.	Théorie.
Platine	29,20	29,05

(2) Analyses :

	Expérience.	Théorie.
Carbone	81,31	81,20
Hydrogène	8,78	8,27
Azote	10,72	10,53

» Dans quelques-unes de mes préparations le chloroplatinate de cette base a été obtenu, dans un état de pureté satisfaisant, après avoir été décomposé trois fois par l'hydrogène sulfuré. Les précipités platinique, qui sont d'abord d'un jaune brun, deviennent finalement d'un beau jaune, et lorsqu'on les décompose par l'hydrogène sulfuré, après les avoir délayés dans l'eau, la solution séparée du sulfure de platine est jaune et présente une magnifique fluorescence verte. Évaporée dans le vide, elle finit par se prendre en une masse cristalline colorée.

» Ces cristaux se dissolvent dans l'alcool et se séparent sous forme de mamelons d'un jaune brunâtre, lorsqu'on verse une couche d'éther au-dessus de la solution alcoolique concentrée qui est d'un jaune brun. Les cristaux renferment

$$C^{11}H^{13}AzO, HCl \quad (1).$$

Ils sont très-solubles dans l'eau. La solution aqueuse concentrée est d'un jaune brun et douée d'un pouvoir colorant intense; plus étendue, elle est jaune; très-étendue, elle présente de beaux reflets verts. Traitée par l'ammoniaque, la solution se trouble et laisse déposer peu à peu des gouttelettes qui se rassemblent en un liquide oléagineux vert. Exposée quelques jours au contact de l'air, cette matière, qui est sans doute la base libre, prend une teinte bleue.

» Lorsqu'on laisse tomber de la vapeur de brome dans une solution de ce chlorhydrate, elle se trouble et il se sépare un corps rouge, sous forme de petites gouttes qui se concrètent bientôt en une substance jaune insoluble, très-riche en brome. La liqueur absorbe ainsi une quantité notable de brome, sans cesser d'être neutre.

» Lorsque l'on expose le chlorhydrate sec dans une atmosphère saturée de vapeurs de brome, il se convertit en un liquide rouge foncé, qui se prend en une masse cristalline d'un rouge orangé, après avoir séjourné pendant vingt-quatre heures au-dessus d'un vase renfermant de la chaux.

» On a trouvé, dans une expérience, que 100 parties de chlorhydrate avaient absorbé 163 parties de brome, pour former les cristaux rouges. Une absorption de 4 atomes de brome correspondrait à 152 parties. Mais après un séjour prolongé dans une atmosphère desséchée par la chaux, la

(1) Analyse :

	Expérience.	Théorie.
Carbone	62,22	62,41
Hydrogène	6,69	6,62

masse cristalline rouge dont il s'agit avait perdu une certaine quantité de brome.

» La solution de chlorhydrate donne avec l'iodure ioduré de potassium un précipité brun.

» Cette faculté d'absorber le brome ou l'iode est due sans doute à l'état de non-saturation des groupes organiques que renferme la base dont il s'agit.

» Lorsqu'on verse une solution de chlorure de platine dans une solution, même étendue, du chlorhydrate fluorescent, on obtient un précipité d'un jaune pur, qui présente, sous le microscope, la forme d'amas cristallins dont les bords sont marqués par de petites aiguilles courtes. Ce sel renferme

$$(C^{11}H^{13}AzO.HCl)^2PtCl^4 \quad (1).$$

» Le chlorhydrate fluorescent ayant été traité par un grand excès d'acide iodhydrique, on a obtenu, par l'évaporation, des cristaux moins solubles que le chlorhydrate, qui ont été purifiés par cristallisation dans l'eau bouillante. Ils se sont déposés sous forme de paillettes d'un jaune d'or, solubles dans l'eau. La solution jaune n'était pas fluorescente. Traitée par le nitrate d'argent, elle a donné un nitrate soluble et très-fluorescent. L'iodhydrate renferme

$$C^{11}H^{13}AzO,HI \quad (2).$$

---

(1) Les analyses suivantes se rapportent à un grand nombre d'échantillons qui ont été purifiés, comme il a été dit plus haut, par plusieurs décompositions par l'hydrogène sulfuré et précipitations par le chlorure de platine :

						Théorie.
Carbone....	34,56	34,33	34,85	»	»	34,64
Hydrogène..	3,89	3,91	3,96	»	»	3,67
Azote......	4,14	»	»	»	»	3,67
Platine.....	26,17	26,23	26,27	26,20	26,24	25,85
	25,53	25,63	25,59	25,96	»	»

(2) Analyse :

	Expérience.	Théorie.
Carbone..........	42,47	43,56
Hydrogène........	4,86	4,62
Iode.............	43,39	41,91

Le petit excès d'iode provient sans doute de la formation d'une petite quantité de la base iodéthylée,

$$\left.\begin{matrix} C^7H^5 \\ C^2H^4I \\ C^2H^3 \end{matrix}\right\} Az.$$

» Le chlorhydrate fluorescent qui vient d'être décrit n'est pas le seul produit soluble de la réaction du glycol chlorhydrique sur la toluidine. Il se forme en même temps le chlorhydrate de la base divinylique correspondante. Lorsque l'on soumet le mélange de ces chlorhydrates à plusieurs précipitations fractionnées avec le chlorure de platine, on parvient à les séparer, le chloroplatinate de la base divinylique se séparant le premier. Pur, ce chlorure double, qui offre une couleur plus fauve que le chloroplatinate de la base fluorescente, donne une solution incolore lorsqu'on le décompose par l'hydrogène sulfuré.

» Le chlorhydrate ainsi obtenu se sépare du sein de l'alcool absolu en croûtes cristallines incolores, ou présentant une légère teinte jaunâtre. L'ammoniaque sépare de sa solution aqueuse des gouttelettes oléagineuses incolores. Exposé dans une atmosphère chargée de vapeur de brome, le chlorhydrate se convertit en un liquide rouge, lequel se concrète, au-dessus d'un vase renfermant de la chaux, en une masse cristalline d'un rouge de rubis; 100 parties de chlorhydrate ont absorbé 252 parties de brome; théorie : pour Br^6, 248 parties, et pour Br^4, 165 parties.

» La composition de ce chlorhydrate est exprimée par la formule

$$C^{11}H^{11}Az,HCl = \left.\begin{matrix} C^7H^5 \\ C^2H^3 \\ C^2H^3 \end{matrix}\right\} Az,HCl \quad (1).$$

Il renferme une molécule d'eau de cristallisation qui se dégage à 100 degrés. Sa solution aqueuse donne, avec le chlorure de platine, un précipité qui se présente sous le microscope en longues aiguilles. Ce chloroplatinate est très-peu soluble dans l'eau bouillante, qui le laisse déposer en aiguilles déliées d'un jaune fauve, après la dessiccation. Sa composition est exprimée par la formule $(C^{11}H^{12}AzCl)^2PtCl^4$ (2).

---

(1) Analyse :

	Expériences I.	Expériences II.	Théorie.
Carbone	68,38	68,42	68,21
Hydrogène	6,67	6,26	6,20
Azote	7,28	»	7,24
Chlore	18,27	»	18,35

(2) Analyse :

	Expériences I.	Expériences II.	Théorie.
Carbone	36,03	»	36,34
Hydrogène	3,40	»	3,31
Platine	26,99	26,8	27,17

» Les bases que je viens de décrire ne sont pas à proprement parler des dérivés de la toluidine. Elles ne renferment point le groupe toluyle C^7H^7, mais bien le groupe toluényle C^7H^5 formé par la réduction du précédent :

$$\underbrace{\left.\begin{matrix} C^7H^5 \\ C^2H^3 \\ C^2H^3 \end{matrix}\right\} Az.}_{\text{Divinyl-toluénylamine.}} \qquad \underbrace{\left.\begin{matrix} C^7H^5 \\ C^2H^3 \\ C^2H^4.OH \end{matrix}\right\} Az.}_{\text{Vinylhydroxéthylène-toluénylamine.}}$$

Un fait que j'ai constaté à plusieurs reprises peut rendre compte de cette réduction. Le liquide coloré et épais qui résulte de l'action de la toluidine sur le glycol chlorhydrique renferme du chlorure d'éthyle et du chlorure d'éthylène formés en vertu de réactions secondaires, qu'on peut exprimer par les équations suivantes :

$$\underbrace{C^2H^5ClO}_{\text{Chlorhydrine du glycol.}} + H^2 = \underbrace{C^2H^5Cl}_{\text{Chlorure d'éthyle.}} + H^2O.$$

$$C^2H^5ClO + HCl = \underbrace{C^2H^4Cl^2}_{\text{Chlorure d'éthylène.}} + H^2O.$$

» L'hydrogène qui intervient dans la formation du chlorure d'éthyle est emprunté sans doute au groupe toluyle C^7H^7. Quant à l'acide chlorhydrique qui figure dans la seconde équation, il est mis en liberté dans la réaction de 3 molécules de glycol chlorhydrique sur une seule molécule de toluidine (*voir* l'équation de la page 1506). La liqueur qui résulte de cette réaction est toujours acide. »

CHIMIE. — *Nouvelles observations sur l'hydrogénium;* *par* **M. Th. Graham.**

« En se fondant sur l'allongement d'un fil de palladium causé par l'occlusion de l'hydrogène, on a conclu que la densité de l'hydrogénium était un peu au-dessous de 2. Mais il faut se rappeler qu'un autre nombre, égal à la moitié du précédent, peut se déduire avec autant de probabilité des mêmes données expérimentales.

» Ce double résultat est la conséquence du singulier phénomène de raccourcissement permanent qu'on observe dans le fil de palladium après l'expulsion de l'hydrogène. Ainsi, dans une expérience déjà décrite, un fil de

$609^{mm},14$ atteignit la longueur de $618^{mm},92$ après avoir été chargé d'hydrogène, et se raccourcit jusqu'à $599^{mm},44$ après l'expulsion du gaz. L'allongement était de $9^{mm},77$, et le raccourcissement ou retrait de $9^{mm},7$, ce qui fait une différence totale en longueur de $19^{mm},47$, l'allongement et le retrait étant d'ailleurs égaux. Or il n'est nullement impossible que le volume ajouté au fil par l'hydrogénium soit représenté par l'allongement et par le retrait pris ensemble, et non par l'allongement tout seul, ainsi qu'il a été supposé jusqu'ici. Il suffit pour cela d'admettre que le retrait des molécules de palladium a lieu lors de la première absorption de l'hydrogénium, et qu'elles n'attendent pas son expulsion pour se rapprocher. En effet, le retour à la position normale des molécules du fil de palladium (qui sont dans un état de tension extrême, dans le sens de sa longueur) peut aussi bien avoir lieu dans l'acte d'absorption de l'hydrogénium que pendant son expulsion. Il est même plus probable que le mouvement des particules du palladium est déterminé par la première entrée de l'hydrogénium. On admettra donc que l'hydrogénium occupe un volume double de celui qui lui avait été assigné précédemment, et la densité du métal sera réduite de moitié. Dans l'expérience citée, le volume de l'hydrogénium dans l'alliage s'élèvera de 4,68 pour 100 à 9,36 pour 100, et la densité de l'hydrogénium tombera de 1,708 à 0,854, d'après la nouvelle donnée. Dans une série de quatre expériences sur le même fil, également consignées dans un Mémoire précédent, la somme des retraits était un peu plus grande que la somme des allongements, la première étant de $23^{mm},99$ et la seconde de $21^{mm},38$. Leur total justifierait une plus grande réduction encore dans la densité de l'hydrogénium, et amènerait au chiffre de 0,8051.

» Il faut observer toutefois que la première expérience, dans l'hydrogénation d'un fil quelconque de palladium, paraît donner les résultats les plus uniformes. L'expulsion subséquente de l'hydrogène par la chaleur endommage toujours plus ou moins le fil, et affecte probablement la régularité de son expansion en divers sens. L'égalité de l'expansion et du retrait paraît aussi d'une certitude absolue dans une première expérience. C'est là un curieux phénomène moléculaire, dont nous ne voyons pas encore toute la portée. On peut citer, comme exemple, une autre expérience sur un fil de palladium pur. Ce fil, qui était neuf, reçut une pleine charge d'hydrogène, savoir $956^{vol},3$, et augmenta en longueur de $609^{mm},585$ à $619^{mm},354$. L'allongement était donc de $9^{mm},769$. Après l'expulsion de l'hydrogène, le fil ne mesurait plus que $600^{mm},115$, ce qui équivaut à $9^{mm},470$ au-dessous de la longueur première ou normale. L'allongement et le retrait sont égaux,

dans ce cas, à $0^{mm},3$ près. Les deux changements pris ensemble équivalent à $19^{mm},239$, et l'on peut considérer leur somme comme représentant l'augmentation en longueur du fil, causée par l'addition de l'hydrogène. Elle indique une expansion linéaire de 3,205 pour 100 et une expansion cubique de 9,827 pour 100. La composition du fil est donc la suivante :

Palladium..................	100,000	ou	90,895
Hydrogénium..............	9,827		9,105
	109,827		100,000

» La densité du palladium était 12,3, le poids du fil $1^{gr},554$, et son volume $0^{cc},126$. Le volume de l'hydrogène occlus était égal à $120^{cc},5$. Le poids du même serait donc $0^{gr},0108$ et le volume de l'hydrogène $0^{cc},0123 82$.

$$(100 : 9,827 :: 0,126 : 0,01238).$$

La densité de l'hydrogénium égale donc

$$\frac{0,0108}{0,01238} = 0,872;$$

ce résultat se rapproche beaucoup du précédent. Calculée d'après l'ancienne méthode, la deuxième expérience donnerait une densité de 1,758.

» Il a été dit incidemment, dans un Mémoire précédent, que le palladium allié à l'argent continue à occlure l'hydrogène. Cette propriété a été constatée depuis, dans les alliages de palladium en général, toutes les fois que la proportion du second métal ne dépasse de beaucoup la moitié du mélange. Ces alliages éprouvent tous une expansion en absorbant l'hydrogène. On nota avec intérêt que l'expansion était plus grande que dans le cas du palladium pur, avec la même addition d'hydrogénium, environ le double, et qu'après l'expulsion de l'hydrogène au moyen de la chaleur, l'alliage fixe revenait à la longueur primitive, sans autre raccourcissement du fil. Le retrait embarrassant du palladium avait donc disparu.

» MM. Matthey et Sellon ont eu l'obligeance de se charger pour moi de la fusion des alliages employés. Ils se sont servis, lorsque la proportion du palladium était considérable, du fourneau de M. H. Sainte-Claire Deville, dans lequel on brûle du gaz d'éclairage en présence de l'oxygène pur, ou bien d'un fourneau à coke lorsque les métaux cédaient à une chaleur modérée. Toutes les fois que l'alliage s'y prêtait, on l'étira en fil, mais lorsqu'il n'était pas assez ductile pour cela, on l'aplatit sous le laminoir, en forme de ruban mince. L'allongement causé par l'addition de l'hydrogénium fut

constaté en mesurant le fil ou le ruban, tendu au-dessus d'une échelle graduée, comme dans les expériences déjà décrites.

» 1. *Palladium, platine et hydrogénium.* — On fit fondre le palladium avec le platine, métal appartenant au même groupe, et l'on obtint un alliage composé (d'après l'analyse) de 76,03 parties du premier et de 23,97 parties du second. Cet alliage était très-malléable et très-ductile. Sa densité était de 12,64. Comme le palladium pur, il absorba avec avidité l'hydrogène dégagé à sa surface dans la liqueur acide du voltamètre.

» Un fil de $601^{mm},845$ atteignit la longueur de $618^{mm},288$ après avoir absorbé $701^{vol},9$ de gaz hydrogène mesuré à la température de zéro C., et sous la pression barométrique de $0^{m},76$. Ces nombres indiquent un allongement linéaire de $16^{mm},443$ ou de 2,732 pour 100 et une expansion cubique de $8^{vol},423$ pour 100. Le produit peut se représenter ainsi :

	En volume.		
Métaux fixes........	100,000	ou	92,225
Hydrogénium........	8,423	»	7,775
	108,423	«	100,000

» Les éléments pour le calcul de la densité de l'hydrogénium sont les suivants, en supposant, comme précédemment, que les métaux s'unissent sans condensation :

Poids primitif du fil................	$4^{gr},722$
Volume primitif du fil...............	$0^{cc},373$
Volume de l'hydrogène extrait	$264^{cc},5$
Poids de l'hydrogène extrait (calculé)...	$0^{gr},0237$

» Le volume de l'hydrogénium sera au volume du fil ($0^{cc},373$) comme 100 est à 8,423, c'est-à-dire $0^{cc},03141$. Enfin, en divisant le poids de l'hydrogénium par son volume, 0,0237 par 0,03141, on a la densité de l'hydrogénium, égale à 0,7545.

» En chassant à la chaleur rouge tout l'hydrogène du fil, celui-ci revint, aussi exactement qu'on put le mesurer, à ses premières dimensions. Le platine en présence paraît soutenir le palladium de telle façon qu'aucun retrait du métal ne puisse avoir lieu. Cet alliage indique donc la véritable augmentation de volume causée par l'acquisition de l'hydrogénium, sans montrer la singulière complication du retrait du métal fixe. Il est donc évident maintenant que le retrait du palladium pur doit avoir lieu dès la première entrée de l'hydrogène dans le métal. L'allongement du fil dû à l'hy-

drogénium est ainsi annulé pour la moitié environ, et le volume apparent de l'hydrogénium est réduit d'autant. C'est pourquoi l'on a d'abord représenté la densité de l'hydrogénium comme étant double de ce qu'elle est en réalité.

» Après l'expulsion du gaz, l'alliage composé revient à sa première densité, 12,64, ce qui démontre que l'hydrogène s'échappe sans produire de porosité dans le métal. Ce dernier n'acquiert aucun pouvoir absorbant des vapeurs, comme le charbon.

» Le même fil de palladium et de platine, chargé une seconde fois d'hydrogène, subit une augmentation en longueur de 601,845 à 618,2, ou sensiblement la même que la première. Le volume du gaz était de $258^{cc},0$ ou 619,6 fois le volume du fil. Le produit peut se représenter comme étant un composé de métaux fixes.

	En volume.
Métaux fixes..........	92,272
Hydrogénium	7,728
	100,000

» La densité de l'hydrogénium qui se déduit de cette expérience est égale à 0,7401. La moyenne des deux expériences est de 0,7473.

» 2. *Palladium, or et hydrogénium.* — Le palladium fondu avec l'or donna un alliage blanc, malléable, composé de 75,21 parties du premier et de 24,79 parties du second, et pouvant s'étirer en fils. Sa densité était de 13,1. De ce fil, $601^{mm},85$ absorbèrent $464^{vol},2$ d'hydrogène, avec un accroissement en longueur de $11^{mm},5$. Cela équivaut à un allongement linéaire de 1,90 pour 100, et à une expansion cubique de 5,84 pour 100. Le produit avait donc la composition suivante :

	En volume.		
Alliage de palladium et d'or.	100,00	ou	94,48
Hydrogénium............	5,84	»	5,52
	105,84	»	100,00

Poids du fil.........................	$5^{gr},334$
Volume du fil.....	$0^{cc},071$
Volume de l'hydrogène extrait...........	$189^{cc},0$
Poids de l'hydrogène..................	$0^{gr},01693$
Volume de l'hydrogénium...............	$0^{cc},02378$

» La densité de l'hydrogénium est donc 0,711. Le fil revint à sa longueur primitive après l'extraction de l'hydrogène, et il n'y eut aucun retrait.

» Les résultats d'une deuxième expérience sur le même fil furent presque identiques avec ceux de la première.

» L'allongement, sur $601^{mm},85$ de fil, fut de $11^{mm},45$ avec l'occlusion de $463^{vol},7$ d'hydrogène. Cela équivaut à une expansion linéaire de 1,902 pour 100, et à une expansion cubique de 5,81 pour 100. Le volume de l'hydrogène extrait fut de $188^{cc},8$ dont le poids est égal à $0^{gr},016916$. Le volume de l'hydrogénium était de $0^{cc},02365$; celui de l'alliage de palladium et d'or de $0^{cc},4071$. D'où il suit que la densité de l'hydrogénium est égale à 0,715.

» Dans une troisième expérience, faite sur une portion plus courte du même fil, c'est-à-dire sur $241^{mm},2$, la proportion du gaz occlus fut environ la même, savoir 468 volumes, et ne s'augmenta pas, même après une exposition prolongée du fil pendant vingt heures à l'action du gaz. Il ne peut donc guère y avoir de doute sur l'uniformité de la combinaison d'hydrogénium, le volume du gaz occlus dans les trois expériences étant représenté par les nombres de 464,2, 463,7 et 468. L'expansion linéaire fut de 1,9 pour 100 dans la troisième expérience, et par conséquent semblable aussi à celle des expériences précédentes.

» On peut supposer que l'hydrogénium est en combinaison directe avec le palladium, car l'or par lui-même ne montre aucune attraction pour le premier. Dans la première expérience, l'hydrogénium est dans la proportion de 0,3151 pour 100 de palladium et d'or pris ensemble. Ceci donne 0,3939 d'hydrogénium pour 100 de palladium, tandis qu'un équivalent tout entier d'hydrogénium est dans la proportion de 0,939 pour 100 de palladium (1). L'hydrogénium trouvé est, d'après le calcul, 0,4195 d'équivalent, ou 1 équivalent d'hydrogénium pour $2^{éq},383$ de palladium, ce qui est plus près de 2 équivalents du premier pour 5 équivalents du second que de toute autre proportion.

» Afin de déterminer la plus faible proportion d'or nécessaire pour empêcher le retrait, on fit fondre 7 parties de ce métal avec 93 parties de palladium : cet alliage avait une densité de 13,05. On lamina le bouton sous forme de bande mince et on le chargea d'hydrogène par la voie humide. Une occlusion de $585^{vol},44$ de gaz eut lieu, avec une expansion linéaire de 1,7 pour 100. On observa un retrait presque égal, après avoir chassé l'hydrogène par la chaleur.

» Avec un autre alliage obtenu en fondant 10 parties d'or avec 90 parties de palladium, l'occlusion du gaz était de 475 volumes et l'expansion

(1) $H = 1$; $Pd = 106,5$.

linéaire de 1,65 pour 100. Après avoir chassé le gaz, on ne put constater qu'un retrait extrêmement faible. Pour annuler le retrait du palladium, il faut donc que l'alliage contienne environ 10 pour 100 d'or.

» Un autre alliage de palladium, ayant pour densité 13,1 et contenant 14,79 pour 100 d'or, ne subit aucun retrait en perdant l'hydrogène, ainsi qu'on l'a déjà fait remarquer.

» La présence dans l'alliage d'une quantité d'or égale à la moitié de son poids n'affecte pas d'une manière sensible le pouvoir absorbant du palladium. Un alliage ainsi composé peut retenir 459,9 fois son volume d'hydrogène avec une expansion linéaire de 1,67 pour 100.

» 3. *Palladium, argent et hydrogénium.* — Le pouvoir absorbant du palladium disparaît entièrement lorsqu'on le fait fondre avec beaucoup plus que son poids d'un métal fixe. Les alliages de palladium contenant 80,75 et 70 pour 100 d'argent n'absorbèrent point d'hydrogène.

» Allié à environ 30 pour 100 d'argent, le palladium laminé en feuille mince, absorba $400^{vol},6$ d'hydrogène. Il se dilata de 1,64 pour 100 en longueur, et revint sans retrait à ses dimensions primitives après l'expulsion du gaz. La densité de cet alliage de palladium et d'argent est égale à 11,8 et la densité de l'hydrogénium à 0,727.

» Un alliage de 66 parties de palladium et de 34 parties d'argent possédait une densité de 11,45. Après avoir été étiré en fil, il absorba $411^{vol},37$ d'hydrogène. La longueur du fil s'accrut de $609^{mm},601$ à $619^{mm},532$, ce qui équivaut à un allongement linéaire de 1,629 pour 100 et à une expansion cubique de 4,97 pour 100. Le poids du fil était de $3^{gr},483$ et son volume de $0^{cc},3041$. Le volume absolu de l'hydrogène occlus était de $125^{cc},1$, dont le poids est égal à $0^{gr},01120896$. Le volume de l'hydrogénium était égal à $0^{cc},015105$ et par conséquent sa densité était 0,742.

» Dans une répétition de cette expérience sur une autre portion du même fil, il y eut 407,7 volumes d'absorbés et le fil augmenta en longueur de $609^{mm},601$ à $619^{mm},44$. L'expansion linéaire dans ce cas est de 1,614 parties pour 100, et l'expansion cubique de 4,92 pour 100. Le volume absolu de l'hydrogène occlus était égal à 124 centimètres cubes, et son poids calculé à $0^{gr},01111$. Le volume de l'hydrogénium étant de $0^{cc},1496$, sa densité sera de 0,741. Ces deux expériences sont en réalité presque identiques. Dans les deux cas, le fil revint exactement à sa longueur primitive après l'expulsion du gaz.

» 4. *Palladium, nickel et hydrogénium.* — L'alliage composé de parties égales de palladium et de nickel est blanc, dur et facilement extensible. Sa densité est de 11,22. Cet alliage absorbe 69,76 volumes d'hydrogène, avec une expansion linéaire de 0,2 pour 100. Il ne subit aucun retrait au-delà de sa longueur primitive, après l'expulsion du gaz par la chaleur.

» Un alliage de parties égales de *bismuth* et de palladium se présenta sous la forme d'une masse cassante qu'il ne fut pas possible de laminer. Il n'absorba point d'hydrogène après avoir été exposé à l'action de ce gaz, comme électrode négatif dans une liqueur acide pendant dix-huit heures. Il semblerait que la malléabilité et le caractère colloïdal, qui font défaut dans cet alliage de palladium et de bismuth, sont essentiels à l'occlusion de l'hydrogène.

» Un alliage de 1 partie de *cuivre* avec 6 parties de palladium était assez malléable, mais n'absorba aucune quantité appréciable d'hydrogène. Les lamelles métalliques qui restent insolubles lorsqu'on fait digérer cet alliage dans l'acide chlorhydrique, et qui constituent, d'après M. Debray, un alliage défini de palladium et de cuivre (Pd Cu), ne montrèrent aucun pouvoir absorbant.

» Les conclusions auxquelles on est amené, relativement à la densité de l'hydrogénium, par ses combinaisons avec le palladium seul et avec des alliages du palladium, sont les suivantes :

	Densité de l'hydrogénium observée.
En combinaison avec le palladium	0,854 à 0,872
» » et le platine	0,7401 à 0,7545
» » et l'or	0,711 à 0,715
» » et l'argent	0,727 à 0,742.

» On remarquera que ces résultats offrent la plus grande uniformité dans le cas des alliages composés, qui permettent d'éviter le retrait, et qu'ils sont compris entre 0,711 et 0,7545. On sera peut-être tenté de croire que l'hydrogénium doit subir une certaine condensation en se combinant, et que, par conséquent, le chiffre le plus faible (0,711) se rapproche le plus de la vérité. Mais, en définitive, la moyenne des deux extrêmes se présentera sans doute comme une déduction plus légitime des expériences sur les alliages composés, et l'on adoptera provisoirement le nombre 0,733 comme représentant approximativement la densité de l'hydrogénium.

» Qu'il me soit permis, en terminant, de répéter mes remercîments à M. W. C. Roberts, pour sa précieuse coopération pendant le cours de ces recherches. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Recherches sur les spectres des gaz, dans leurs rapports avec la constitution du Soleil, des étoiles et des nébuleuses; par* **MM. E. Frankland et Lockyer.** (Deuxième Note.)

« Nous avons l'honneur de présenter à l'Académie quelques résultats nouveaux des expériences que nous avons entreprises.

» I. La raie de Frauenhofer, dans le spectre solaire, nommée *h* par Angström, et qui est produite par l'absorption de l'hydrogène, n'est pas visible, dans les tubes que nous employons, avec une batterie de faible puissance et la bouteille de Leyde. La présence de cette ligne peut donc indiquer une température relativement élevée. Comme l'un de nous a renversé la raie en question dans le spectre de la chromosphère, il s'ensuit que la chromosphère, quoique assez froide pour produire l'absorption, est cependant à une température relativement assez élevée.

» II. Dans certaines conditions de température et de pression, le spectre de l'hydrogène est réduit, dans notre instrument, à une raie correspondant au vert de la raie F du spectre solaire.

» III. Le spectre de l'azote est également susceptible de se réduire à une seule raie brillante dans le vert, avec des traces de raies faibles plus réfrangibles.

» IV. Le mélange des deux gaz nous a présenté une combinaison des spectres en question. L'éclat relatif des deux raies vertes brillantes variait suivant la proportion de chacun des gaz appartenant au mélange.

» V. En éloignant de la fente du spectroscope le tube à expérience, le spectre combiné se réduit aux deux lignes brillantes.

» VI. En abaissant la température, toute apparition spectroscopique de l'azote disparaît entièrement, et lorsqu'on l'élève, on voit apparaître plusieurs nouvelles raies de l'azote, les raies de l'hydrogène restant toujours visibles.

» VII. On aperçoit immédiatement le rapport qui existe entre ces observations et celles que M. Huggins, le P. Secchi et lord Rosse ont faites sur les nébuleuses. M. Huggins a considéré l'apparition d'une seule ligne de l'azote comme pouvant indiquer, d'abord : « une forme de la matière plus » élémentaire que l'azote, et que l'analyse ne nous aurait pas encore

» permis de reconnaître (1); » et en second lieu, « une puissance d'extinc-
» tion qui existerait dans l'espace cosmique (2). »

» Nos expériences sur les gaz eux-mêmes montrent, non-seulement que ces suppositions sont inutiles, mais que l'analyse spectrale nous offre un moyen d'étendre considérablement nos connaissances sur la constitution physique de ces corps célestes.

» Nous pouvons, dès à présent, conclure que la température des nébuleuses est plus basse que celle du Soleil, et que leur ténuité est excessive; il faut aussi se demander si le spectre continu, observé dans quelques cas, ne serait pas dû à quelque condensation de gaz. »

PHYSIQUE. — *Recherches sur la pile. De l'origine de la chaleur mise en jeu dans les couples, et qui n'est pas transmissible au circuit* [suite] (3); *par* **M. P.-A. Favre.**

« J'ai eu l'honneur de communiquer récemment à l'Académie (4) les résultats de mes expériences sur le palladium employé comme électrode négative dans le couple de Smee. Je fais connaître aujourd'hui les résultats de mes recherches sur les phénomènes thermiques qui se produisent dans un voltamètre à acide sulfurique, soit lorsque le palladium est juxtaposé au platine, soit lorsque l'hydrure de palladium est employé concurremment avec le platine ou avec le palladium pur (5).

» *Première série d'expériences.* — Lorsque le palladium constituait l'électrode négative d'un voltamètre, tandis que l'autre électrode était en platine, l'oxygène seul se dégageait, et les résultas fournis par les expériences, dont on variait les conditions, ont été tels qu'on pouvait les prévoir, c'est-à-dire que les quantités de chaleur mises en jeu ont dépassé de 4154 unités environ le chiffre obtenu avec le voltamètre à lames de platine. Ces

---

(1) *Phil. Trans.*, 1864, p. 444.

(2) *Phil. Trans.*, 1868, p. 544.

(3) Quelques erreurs d'impression se sont glissées dans la Note insérée dans le numéro du 7 juin; les corrections sont indiquées dans l'*errata* imprimé page 1492, séance du 21 juin.

(4) *Comptes rendus*, séance du 7 juin 1869.

(5) Je ferai remarquer que les deux premiers voltamètres ne laissent dégager qu'un seul gaz, tandis que le troisième n'en laisse dégager aucun. Ces trois voltamètres n'offrent donc pas l'inconvénient que présente le voltamètre à deux lames de platine, qui laisse dégager un mélange d'hydrogène et d'oxygène, circonstance qui donne lieu à des actions secondaires compliquant l'opération.

4154 unités en excès répondent à la fixation de l'hydrogène par le palladium.

» *Deuxième série d'expériences.* — Lorsque le palladium, saturé d'hydrogène et constituant l'électrode positive du voltamètre, était juxtaposé au platine, l'hydrogène seul se dégageait, et les quantités de chaleur mises en jeu dans les expériences, dont on faisait aussi varier les conditions, ont été inférieures de 4154 unités environ aux résultats obtenus par l'emploi du voltamètre dans les expériences de la série suivante. Ce résultat pouvait être prévu, puisque l'hydrogène ne se fixe pas sur le platine d'une manière sensible.

» *Troisième série d'expériences.* — Lorsqu'une lame de palladium remplaçait la lame de platine du voltamètre précédent, il ne se dégageait aucun gaz, et les résultats fournis par les expériences variaient, suivant que le circuit, dont le voltamètre faisait partie, renfermait cinq couples ou un seul couple de Smee.

» I. *Le circuit ne renferme qu'un couple de Smee.*

» Lorsqu'on introduisait dans le circuit un seul couple de Smee, incapable, comme on sait, de décomposer l'acide sulfurique, celui-ci s'électrolysait néanmoins dans le voltamètre. En effet, ce voltamètre fonctionnait alors comme s'il eût contenu deux lames solides d'hydrogène. L'hydrogène enlevé à l'une des lames se fixait sur l'autre, et le sulfate d'hydrogène se décomposait et se recomposait simultanément. Le résultat était donc en tout comparable aux effets que j'ai constatés à l'égard d'un voltamètre à lames de cuivre baignées par le sulfate de cuivre. (*Comptes rendus,* t. LXVI, p. 1239.)

» Les expériences ont été faites dans les conditions suivantes :

» 1° Le voltamètre occupait l'intérieur du calorimètre; au dehors se trouvaient le couple et le rhéostat (1).

Moyenne des quantités de chaleur accusées par le calorimètre pour six opérations et correspondant à 1 gramme d'hydrogène dégagé dans le couple........................ 8809 calories.

» 2° Le couple et le rhéostat étaient à l'intérieur du calorimètre, le voltamètre était extérieur.

Moyenne des quantités de chaleur accusées pas le calorimètre pour six opérations et correspondant à 1 gramme d'hydrogène dégagé dans le couple........................ 10852 calories.

(1) Je rappellerai que le rhéostat est employé pour ralentir l'opération et pour rendre négligeable la résistance physique du voltamètre.

» Puisqu'un couple de Smee met en jeu 19834 unités de chaleur, ce nombre, diminué des 10852 unités ci-dessus, exprimera en moyenne la quantité de chaleur qui est confinée dans le voltamètre placé hors du calorimètre. Cette moyenne sera donc de 8982 calories, nombre bien rapproché de 8809 calories trouvé plus haut.

» 3° Le voltamètre et le couple sont placés dans le calorimètre, et la résistance est nulle (1).

Moyenne des quantités de chaleur accusées par le calorimètre et correspondant à 1 gramme d'hydrogène dégagé dans le couple.. 19582 calories.

» D'où il résulte que le phénomène thermique ne diffère pas de ce qu'il serait si le voltamètre ne faisait pas partie du circuit, comme dans l'opération suivante.

» 4° Un seul couple dans le calorimètre et la résistance intérieure est nulle.

Moyenne des quantités de chaleur accusées par le calorimètre. 19807 calories.

» Dans les expériences dont je viens de faire connaître les résultats, le phénomène de décomposition du sulfate d'hydrogène étant compensé par le phénomène inverse de sa recomposition, il semblerait que la quantité de chaleur qui reste confinée dans le voltamètre devrait être nulle. Or elle a été de 4600 unités environ dans les expériences de la seconde série, et de 8800 unités environ dans celles de la troisième. Il s'ensuit que :

» 1° L'hydrogène qui sort d'une combinaison et qui passe à l'état gazeux dégage 4600 unités de chaleur environ;

» 2° L'hydrogène qui sort d'une combinaison et qui s'allie au palladium dégage 8800 unités de chaleur environ;

(1) Puisqu'un seul couple de Smee ne peut pas décomposer l'acide sulfurique, il n'a pas été nécessaire d'introduire un rhéostat dans le circuit. En effet, d'une part, le voltamètre ne pouvait fonctionner qu'autant que l'hydrogène allié au palladium arrivait à la surface de ce métal. D'autre part, comme le cheminement de l'hydrogène du centre à la surface du palladium ne s'opère qu'avec une certaine lenteur, on n'avait pas à craindre que l'hydrogène mis en liberté sur le palladium de la seconde lame (et qui doit se fixer à sa surface pour cheminer ensuite en sens inverse dans son intérieur) cessât d'être fixé par ce métal saturé superficiellement. Ce qui prouve que les choses se passent ainsi, c'est que l'opération, qui marche à son début avec une certaine rapidité, se ralentit très-promptement et de plus en plus uniformément; de telle sorte que, en notant le ralentissement du dégagement gazeux dans le couple, on peut, jusqu'à un certain point, mesurer la vitesse de propagation de l'hydrogène à travers le palladium.

» 3° L'hydrogène gazeux ordinaire qui s'allie au palladium dégage une quantité de chaleur égale à la différence entre les nombres 8800 et 4600, c'est-à-dire à 4200 unités de chaleur environ.

» Rien ne peut affirmer davantage le caractère *métallique* de l'hydrogène uni au palladium que de voir cet hydrogène intervenir dans le phénomène voltaïque au même titre que le zinc, le cadmium, le cuivre, etc. En effet, dans les expériences précitées, l'hydrogène est brûlé sur la lame de palladium, comme le serait un métal, *puisque la totalité de la chaleur mise en jeu dans cette combustion est transmissible au circuit.*

» II. *Le circuit renferme cinq couples de Smee.*

» Lorsqu'on introduisait dans le circuit, non plus un seul couple de Smee, comme dans les expériences précédentes, mais bien une pile formée de cinq couples, le courant était capable de décomposer l'acide sulfurique dans le voltamètre, malgré la présence d'un rhéostat assez résistant; car ce rhéostat ne faisait que ralentir l'électrolyse. C'est à l'intervention de l'électrolyse de l'acide sulfurique qui se produit nécessairement sous l'influence de la pile qu'il faut attribuer la discordance des nombres obtenus dans les expériences qui se sont succédé sans interruption, et dans lesquelles le voltamètre était à l'intérieur du calorimètre, tandis que la pile et le rhéostat étaient placés au dehors (1).

» Voici les nombres qui ont été accusés par le calorimètre renfermant le voltamètre, et qui se rapportent à la combustion de 1 gramme d'hydrogène dans ce voltamètre :

			Pour 100 volumes de gaz qui se produisaient dans un des couples de la pile, le voltamètre laissait dégager :
			vol
1re	expérience...	9288cal	
2e	» ...	10870	
3e	» ...	14901	
4e	» ...	16926	
5e	» ...	20297	
6e	» ...	25344	
7e	» ...	30130	
8e	» ...	31665. Le voltamètre laissait dégager quelques bulles de gaz.	
9e	» ...	35256	9,5
10e	» ...	32624	15,4
11e	» ...	30195	19,1
.....			

(1) Je ne crois pas nécessaire de rapporter ici les résultats fournis par les expériences dans lesquelles la pile et le rhéostat occupaient l'intérieur du calorimètre hors duquel était placé le voltamètre, parce qu'ils conduisent aux mêmes conclusions.

» On voit que les nombres croissent rapidement d'abord et décroissent ensuite. Cette augmentation et cette diminution me semblent pouvoir s'expliquer comme il suit :

» Au début des expériences, lorsque l'électrode positive du voltamètre est très-fortement chargée d'hydrogène, le radical métalloïdique SO^4, du sulfate d'hydrogène $(SO^4)H$, mis en liberté sous l'influence décomposante de la pile, trouve à la surface de cette électrode une quantité d'hydrogène suffisante pour s'y combiner tout entier. Cette action est comparable à celle qui s'exerce entre SO^4 et le zinc du couple de Smee, c'est-à-dire qu'il y a un dégagement de chaleur *totalement transmissible au circuit*, et nécessairement dépensé dans le rhéostat placé hors du calorimètre.

» La première expérience a été faite dans des conditions qui étaient à peu près celles que je viens de signaler; aussi le nombre trouvé, 9288 calories, n'est-il pas très-éloigné du nombre 8800, qui exprime la quantité de chaleur mise en jeu lorsque le circuit ne renferme qu'un seul couple de Smee.

» Dans les expériences qui suivent, la quantité d'hydrogène que le palladium pouvait fournir au radical métalloïdique SO^4, dans un temps donné, diminuait rapidement avec le nombre des opérations, tandis que l'électrolyse, qui mettait en liberté ce radical, se ralentissait à peine. Il en résultait que la combustion directe, par le radical SO^4, de l'hydrogène fourni par la lame de palladium, pour engendrer du *sulfate d'hydrogène*, s'accusait de moins en moins, au fur et à mesure que s'affirmaient davantage d'autres phénomènes que nous allons signaler, et qui se produisent dans l'ordre suivant :

» Une quantité d'abord très-faible du radical SO^4 (qui provient de l'électrolyse du sulfate d'hydrogène sous l'influence de la pile, et qui augmente rapidement), ne rencontrant pas d'hydrogène au moment où il est mis en liberté à la surface de la lame positive de palladium, décompose l'eau dont il met l'oxygène en liberté.

» Dans les sept premières expériences, qui n'ont été accompagnées d'aucun dégagement de gaz, cet oxygène a dû nécessairement se combiner avec l'hydrogène, qui a eu le temps de se porter à la surface du palladium pendant le phénomène de décomposition de l'eau que nous venons de signaler. De là un phénomène qui engendre, non plus du *sulfate d'hydrogène*, mais de l'*eau*, phénomène qui est essentiellement secondaire, puisqu'il succède au phénomène électrolytique proprement dit, et qui met en jeu une grande quantité de chaleur *non transmissible au circuit*. Cette chaleur se retrouve dans le voltamètre que renferme le calorimètre.

» Dans la huitième expérience et dans celles qui suivent, une certaine quantité d'oxygène qui prend ainsi naissance et qui augmente toujours, ne trouve plus d'hydrogène à brûler sur la lame de palladium, et passe à l'état gazeux. De là un nouveau phénomène qui met en jeu une quantité de chaleur beaucoup plus faible que précédemment, *chaleur non transmissible au circuit*, et qu'on retrouve en totalité dans le voltamètre placé à l'intérieur du calorimètre.

» La quantité d'oxygène qui se dégage ainsi, faute d'hydrogène qui puisse le fixer, se trouve mêlée à des quantités de plus en plus considérables d'hydrogène qui n'est plus absorbé par le palladium devenu de moins en moins apte à le retenir. De là un dernier phénomène qui se produit avec une notable diminution de la quantité de chaleur demeurant confinée dans le voltamètre.

» Enfin, lorsque l'électrode positive ne peut plus fournir d'hydrogène et que l'électrode négative en est complétement saturée, le voltamètre fonctionne comme un simple voltamètre à lames de platine.

» Dans une première expérience, et alors même que la lame de palladium est chargée d'hydrogène jusqu'à refus, j'ai pu produire simultanément tous les phénomènes que je viens de signaler. Pour cela, il m'a suffi de ne pas introduire de rhéostat dans le circuit, ce qui permettait à l'électrolyse du sulfate d'hydrogène de se produire dans le voltamètre avec une plus grande rapidité.

» L'interprétation des résultats fournis par les expériences précédentes semble fournir une nouvelle preuve physique de l'existence du radical métalloïdique SO^4 (1) et de l'action décomposante de ce radical qui s'empare de l'hydrogène de l'eau en mettant son oxygène en liberté.

» L'interprétation des mêmes résultats et de ceux qui sont énoncés dans plusieurs de mes communications antérieures m'autorisent à formuler d'une manière générale les conclusions suivantes :

» 1° La quantité de chaleur mise en jeu dans le circuit voltaïque provient uniquement de la réaction électrolytique qui s'exerce à travers ce

(1) Dans un premier Mémoire sur la pile (*Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XL, p. 293), j'ai déjà montré qu'il était nécessaire d'admettre l'existence de ce radical pour expliquer la quantité de chaleur transmissible au circuit voltaïque. C'est d'ailleurs la théorie de Davy, adoptée par un grand nombre de chimistes pour lesquels il n'existe qu'une seule classe d'acides. L'acide sulfurique $SO^3.HO$ devient SO^4,H comparable aux hydracides tels que ClH.

circuit; elle est égale à la totalité de la chaleur mise en jeu dans cette réaction;

» 2° La quantité de chaleur qui reste confinée dans les couples provient de toutes les actions moléculaires qui précèdent ou suivent la réaction électrolytique, et qui ne s'exercent pas à travers le circuit; elle est égale à la somme algébrique des quantités de chaleur mises en jeu dans chacune de ces actions. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Fragment d'études sur les époques d'assimilation des principaux éléments dont les plantes se composent; par* **M. J. Isidore Pierre.**

« Au nombre des questions dont la solution importe le plus à l'agriculteur et à l'horticulteur, il convient de citer en première ligne la détermination, sinon rigoureusement précise, du moins assez approchée, de l'époque à laquelle chaque plante absorbe, pour sa nourriture, les divers éléments qui la constituent.

» Cette détermination permettrait, en effet, de fournir à la plante, en temps opportun, les aliments qui lui sont nécessaires, ou du moins ceux dont la disposition nous est permise, de même que nous distribuons à nos animaux de basse-cour ou que nous nous donnons à nous-mêmes la nourriture dont le besoin se fait sentir.

» De la solution complète de cette question fondamentale, découleraient de nombreuses et importantes conséquences pratiques, parmi lesquelles nous nous bornerons à citer les suivantes :

» 1° Jusqu'à quelle époque de la vie d'une plante les engrais agissent-ils habituellement avec efficacité, en fournissant à la plante une partie de leur substance, et à partir de quelle phase de la végétation leur action directe devient-elle à peu près nulle; ou, en d'autres termes, jusqu'à quelle époque la terre peut-elle rationnellement recevoir et utiliser fructueusement, au profit d'une récolte, les matières fertilisantes incorporées dans le sol?

» 2° A partir de quelle phase de la végétation la plante paraît-elle cesser d'emprunter au sol soit la totalité, soit une partie des éléments qui doivent entrer dans sa composition; en d'autres termes, jusqu'à quelle époque la plante est-elle épuisante pour le sol et à quel moment cet épuisement paraît-il atteindre son maximum d'activité?

» Circonscrivons d'abord le sujet d'études, en le restreignant à une seule plante, le *blé*; nous verrons ensuite s'il est permis d'étendre à d'autres

plantes les conclusions auxquelles ce premier sujet d'étude nous aura conduits.

» Le moyen qui s'offre à nous tout d'abord, comme le plus propre à éclairer la question, consiste à suivre pas à pas les variations que subit la plante dans son poids total et dans sa composition chimique, pendant la marche de son développement, pour y constater les accroissements successifs de la matière organique et de chacun des éléments minéraux; pour découvrir à quel moment cet accroissement s'opère avec le plus de rapidité, à partir de quel moment il paraît se ralentir, et à quelle époque il paraît cesser tout à fait.

» Comme les analyses de cette nature sont longues et difficiles, j'ai dû en limiter le nombre et faire un choix convenable d'époques d'observations.

» Celles de la première série ont été faites, en 1862 :

» Le 19 avril, lorsque les tiges commençaient à s'allonger;

» Le 16 mai, lorsqu'en déroulant avec précaution les dernières feuilles supérieures, on avait encore peine à trouver et à séparer l'épi;

» Le 13 juin, lorsque les épis commençaient à se montrer;

» Le 29 juin, lorsque le blé était entièrement défleuri;

» Le 13 juillet, quand la plupart des épis commençaient à jaunir;

» Enfin, le 30 juillet, au moment de la moisson.

» Les observations de la seconde série ont été faites, en 1864 :

» Le 11 mai, avant l'épiage, le blé étant un peu plus avancé que dans l'observation du 16 mai 1862; le 3 juin, au moment de l'épiage, le blé étant un peu plus avancé qu'à l'époque d'observation du 13 juin 1862;

» Le 22 juin, à la fin de la floraison, le blé étant à peu près au même état que celui du 29 juin 1862, un peu moins avancé peut-être;

» Le 6 juillet, le grain étant encore facile à pétrir;

» Enfin, le 25 juillet, au moment de la moisson.

» Les plantes ne contiennent pas toujours la même proportion d'eau; cette circonstance rendrait des comparaisons de poids difficiles, et ne permettrait guère d'en tirer d'utiles conséquences. Pour éviter cette source d'embarras et de difficultés, j'ai ramené les échantillons d'essai à l'état de complète dessiccation.

» La récolte de 1862, rapportée à un hectare et considérée telle qu'on la coupe dans la pratique usuelle, a fourni les résultats suivants :

	19 avril.	16 mai.	13 juin.	29 juin.	13 juillet.	30 juillet.
	kil	kil	kil	kil	kil	kil
Matières organiques, déduction faite de l'azote et des cendres.	888,0	2141,1	4962,5	6083,0	6520,9	6510,5
Azote	35,8	57,8	72,6	73,2	68,7	67,8
Silice	25,2	67,2	153,7	192,0	203,8	206,6
Oxyde de fer avec traces de manganèse	1,3	9,3	14,2	20,5	14,8	15,8
Acide phosphorique	7,2	13,5	16,7	18,3	17,4	18,8
Chaux	14,8	26,1	37,6	38,0	40,3	32,3
Magnésie	2,7	6,3	7,4	8,0	7,0	7,5
Potasse	16,3	22,6	37,2	42,7	33,2	32,7
Soude	3,9	4,2	8,2	9,7	9,5	5,7
Total	995,2	2348,1	5310,1	6485,4	6915,6	6897,7

» La récolte de 1864, considérée dans des conditions analogues, mais fournie par un champ différent, a donné les résultats qui vont suivre :

	11 mai.	3 juin.	22 juin.	6 juillet.	25 juillet.
	kil	kil	kil	kil	kil
Matières organiques, déduction faite de l'azote et des cendres	1239,3	2787,8	5309,1	5743,3	5731,6
Azote	50,9	52,1	89,9	84,6	78,6
Silice	35,3	67,3	127,8	104,0	108,8
Oxyde de fer	5,6	5,2	6,9	6,9	5,9
Acide phosphorique	9,8	11,9	18,7	17,7	16,2
Chaux	17,5	21,7	31,3	28,6	23,8
Magnésie	3,5	3,7	7,5	6,7	7,5
Potasse	22,0	23,4	27,0	27,9	23,5
Soude	13,8	21,0	24,5	20,6	14,8
Total	1397,7	2994,1	5642,7	6040,3	6010,7 (1)

» Les deux tableaux qui précèdent montrent qu'à la fin de la floraison la plante a déjà presque complétement acquis tout son poids; mais elle a surtout complétement acquis les substances minérales qu'elle doit contenir plus tard, à l'époque de sa maturité. Cette espèce de saturation ne porte pas seulement sur l'*ensemble* des substances minérales, elle porte

---

(1) Les deux récoltes ont été recueillies sur deux champs différents; la dernière fumure du premier consistait en une espèce de terreau; celle du second consistait en fumier de rues, beaucoup plus riche en *sel*. Cette circonstance permettrait sans doute, dans une certaine mesure, d'expliquer la grande différence qui existe dans les proportions relatives de soude, dont j'ai d'ailleurs toujours constaté la présence dans la partie du froment récolté sur nos terres, légèrement salées, des environs de Caen.

également sur chacune d'elles, considérée séparément : *azote, acide phosphorique, potasse*, etc.

» Si, au moyen des données fournies par les deux tableaux, nous calculons, pour chaque intervalle qui sépare deux observations, l'accroissement moyen du poids pour chaque jour, nous trouvons encore que c'est un peu avant cette même époque, vers la fin de la floraison, que l'accroissement quotidien est le plus rapide ou le plus considérable, non-seulement quand on considère la plante dans son entier, mais lorsqu'on examine séparément chacune des parties constitutives les plus importantes : azote, acide phosphorique, potasse, magnésie, chaux.

» Alors, de deux choses l'une : ou bien la plante, par suite d'un échange continuel entre les matériaux absorbés et les matériaux expulsés, reste dans cette espèce d'équilibre mobile qu'on appelle *état d'entretien* chez les animaux; ou bien elle cesse d'emprunter à la terre et d'absorber de nouveaux aliments, et fait subir à ceux qui lui ont déjà été fournis une sorte de digestion lente, au moyen de laquelle elle leur fait prendre la forme qui convient à leur nature spéciale et à leur destination, et distribue ensuite, dans chacun des organes principaux, les matériaux qui doivent concourir à leur développement et à leurs fonctions. Si, comme tout nous porte à le croire, la seconde hypothèse est la moins éloignée de la vérité, l'intervention active des engrais, l'intervention des éléments que le sol peut fournir doit, à partir de cette époque, se réduire à bien peu de chose, si même elle n'est complétement nulle.

» Toute addition nouvelle d'engrais doit donc, à partir de ce moment, avoir peu d'efficacité sur la récolte. En d'autres termes, à partir de la fin de la floraison, à partir du moment où le grain est déjà formé, toute addition d'engrais doit donc être intempestive, si elle n'est nuisible.

» L'expérience avait, en effet, appris depuis longues années au cultivateur que ce n'est pas le moment de fumer les terres, ni même de leur donner une dose complémentaire d'engrais, en vue d'améliorer la récolte pendante (1).

» L'observation faite sur le blé est-elle applicable à d'autres plantes?

---

(1) J'ai vainement cherché à découvrir, dans la plante considérée dans son entier, si les divers éléments minéraux qui entrent dans la composition de la plante s'y accumulent avec des vitesses différentes aux diverses époques d'observation. Je me suis trouvé en présence d'inégalités dépendant sans doute de trop de circonstances pour qu'il fût possible d'en tenir exactement compte.

» Nous possédons encore peu de données sur la composition des plantes prises à divers âges de leur vie, à divers états de développement. J'emprunterai encore un nouvel exemple dans mes *Études agronomiques*, en examinant ce qui se passe pendant le développement du colza, en précisant d'abord les conditions dans lesquelles ont été faites les observations:

» La première fut faite le 22 mars, alors que la plante parvenue à $0^m,50$ de hauteur était bientôt sur le point de fleurir;

» La seconde fut faite le 2 avril: la plante, parvenue à une hauteur moyenne de $0^m,95$, entrait en fleurs;

» La troisième fut faite le 6 mai: la plante, parvenue à une hauteur moyenne d'environ $1^m,22$, était complétement défleurie;

» Au moment de la quatrième, la plante avait atteint la hauteur d'environ $1^m,36$, et la graine était déjà très-avancée;

» Enfin, la cinquième eut lieu le 20 juin, au moment de la récolte générale du champ: toutes les feuilles étaient tombées, et les siliques commençaient à jaunir.

» J'ai trouvé aussi pour la composition du colza, à diverses époques successives de son développement (racines non comprises), en rapportant tous les résultats à l'hectare, la matière étant d'ailleurs entièrement privée d'humidité :

	22 mars.	2 avril.	6 mai.	6 juin.	20 juin.
	kil	kil	kil	kil	kil
Récolte entière (tout compris)...	289,6	339,3	717,2	804,5	800,5
Matières minérales (cendres).....	338,7	393,3	853,9	806,9	578,1
Azote.....................	77,6	82,4	121,7	116,7	111,1
Acide phosphorique	30,8	37,0	73,0	73,6	78,1
Chaux.....................	95,6	112,2	259,9	255,0	175,9
Magnésie et sels alcalins.........	139,3	152,3	259,9	213,3	209,6

» Comme pour le blé, nous trouvons, *dans la plante complétement défleurie, la presque totalité de la matière organique, et la totalité de l'azote et des substances minérales*.

» Si nous considérons que ces deux plantes appartiennent, non-seulement à des espèces très-différentes, mais encore à des familles botaniques très-éloignées (graminées, crucifères), il est permis d'admettre que le fait signalé plus haut doit avoir une certaine généralité.

» Il nous semble donc permis de formuler ainsi les conclusions qui découlent des faits précédemment établis :

» *Jusqu'au moment de l'épiage, et même jusqu'au moment de la floraison l'influence des engrais peut encore se faire sentir d'une manière énergique;*

» *A la fin de la floraison, lorsque la graine est formée, l'influence des engrais anciens ou récents doit être nulle ou peu sensible sur la récolte.*

» Telles sont, du moins, les conséquences des faits observés dans les conditions de la grande culture. En serait-il encore de même dans les conditions particulières, anormales de culture en serre ou en pot? Je l'ignore; l'expérience seule pourrait en décider.

» Parmi les conséquences pratiques qui semblent encore découler tout naturellement des résultats précédents, l'une des plus importantes peut se formuler ainsi : *il n'est pas nécessaire qu'une récolte soit parvenue à maturité pour qu'elle ait produit sur le sol son effet épuisant; cet épuisement est déjà parvenu presque à son maximum à la fin de la floraison.*

» Il ressort cependant encore des données numériques précédentes, que la matière organique proprement dite, la matière carbonée, n'a pas encore atteint sa limite d'accroissement quand la provision de matières minérales semble déjà complète.

» En ce qui concerne l'accumulation ultérieure du carbone, deux sources distinctes pourraient y subvenir :

» 1° Le sol, en fournissant de l'acide carbonique libre en dissolution dans la séve, ou des matières humiques solubles dans cette même séve;

» 2° L'atmosphère, en mettant à la portée des feuilles de l'acide carbonique que les feuilles ont la propriété de décomposer. L'assimilation du carbone par les racines, pendant cette dernière période de la vie des récoltes, nous paraît peu probable à un état quelconque de dissolution; à l'état d'acide carbonique en dissolution aqueuse, il entraînerait avec lui une certaine quantité de substances minérales en dissolution, et le poids de ces dernières devrait augmenter dans les récoltes, tandis qu'au contraire il y a tendance à la diminution.

» Même observation à l'égard de l'absorption de matières humiques à un état quelconque de dissolution, parce qu'elles contiennent toujours une proportion notable de substance minérales.

» Reste l'acide carbonique atmosphérique, dont une partie peut, d'ailleurs, être exhalée par le sol, sur lequel végètent les récoltes qui en profitent.

» Admettons que la partie active de la récolte représente, à cette époque, une hauteur de 50 centimètres, correspondant, pour 1 hectare, à une couche d'air de 5 000 mètres cubes. Admettons, en outre, que l'air ne contienne que la proportion moyenne de $\frac{5}{10000}$ de son volume d'acide carbonique, et que la moitié seulement de ce gaz soit décomposée au profit de la récolte. L'acide carbonique décomposé représenterait donc,

en volume,

$$5\,000 \times 0,000\,25 = 1^{mc},25,$$

ou, en poids,

$$1,25 \times 1,52 \times 1^{kil},3 = 2^{kil},45.$$

Si l'air était renouvelé seulement vingt fois par jour, on aurait ainsi une fixation du carbone d'environ 50 kilogrammes d'acide carbonique, ou

$$0,2727 \times 50 = 13^{kil},63$$

de carbone, puisque 100 kilogrammes d'acide carbonique contiennent 27,27 de carbone.

» Si l'on se rappelle, en outre, que le carbone ne représente pas la moitié du poids de la matière organique, il pourrait donc y avoir, dans cette hypothèse, production quotidienne d'au moins 27 kilogrammes de matières organiques, soit, pour la quinzaine qui suit la déflorescence du blé, environ 400 kilogrammes par hectare, c'est-à-dire l'accroissement réel; et pour le colza, cette production de matière organique, pendant le mois qui suit l'époque de la déflorescence, pourrait s'élever à 800 kilogrammes environ, chiffre auquel s'élève à peine l'accroissement réel du poids de la récolte. »

M. Larrey, en présentant un ouvrage qu'il vient de publier sur le trépan, lit la Note suivante :

« J'ai l'honneur d'offrir à l'Académie une *Étude sur la trépanation du crâne dans les lésions traumatiques de la tête*, extraite du dernier volume des *Mémoires de la Société impériale de Chirurgie*.

» L'idée de ce travail m'a été suggérée par une discussion d'opportunité pratique sur une question grave, difficile, restée jusqu'ici insoluble ou controversée. Je me suis efforcé, pour la résoudre, de faire valoir l'expérience des chirurgiens en général, et des chirurgiens militaires en particulier.

» Les indications et les contre-indications du trépan, appréciées d'après les diverses lésions du crâne et du cerveau; l'époque de l'opération soumise aux cas de nécessité; la curabilité incontestable de la plupart des blessures de la tête sans cette opération, qui n'est pas exempte par elle-même d'accidents et de dangers; l'exposé des moyens que la thérapeutique la plus active peut lui substituer avec avantage, et les desiderata de la statistique du trépan, tels sont les principaux points de mes recherches.

» L'analyse de cent soixante et quelques faits de lésions traumatiques de

la tête, dont une part revient à la pratique de mon père ou à la mienne, m'a permis de formuler la conclusion suivante :

» L'opération du trépan, si précieuse qu'elle soit pour la chirurgie, doit être réservée à des cas bien définis, à des indications bien déterminées, mais non entreprise avec précipitation et dans des conditions douteuses, sous peine d'aggraver les accidents et de hâter une terminaison funeste, tandis que l'application prompte et rationnelle des autres ressources de la thérapeutique peut, dans la plupart des circonstances, seconder les merveilleux effets de la nature pour la guérison des blessures les plus redoutables.

» Je rappelle enfin, comme je l'ai fait maintes fois pour d'autres questions, que cette thérapeutique essentiellement active, substituée à l'ablation d'une portion du crâne, constitue, dans le traitement des plaies de tête, la chirurgie conservatrice, qu'il ne faut plus confondre avec l'expectation, et à laquelle j'ai voué, depuis trente ans, tous les efforts de ma carrière. »

« **M. Le Verrier** avait demandé la parole pour continuer la lecture de sa communication concernant la discussion soulevée au sein de l'Académie sur la découverte de l'attraction universelle. L'heure à laquelle la parole a pu lui être donnée étant trop avancée, cette lecture est renvoyée à la séance prochaine. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de juger le concours pour le grand prix de Mathématiques à décerner en 1869 (question concernant le problème des trois corps).

MM. Serret, Bertrand, Chasles, Liouville, O. Bonnet réunissent la majorité des suffrages.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de juger le concours pour le grand prix de Mathématiques à décerner également en 1869 (question concernant la théorie de la Lune).

MM. Delaunay, Faye, Liouville, Laugier, Le Verrier réunissent la majorité des suffrages.

M. Andral nommé, dans la séance précédente, Membre de la Commission chargée de décerner le prix de Médecine et de Chirurgie (application de l'électricité à la thérapeutique), prie l'Académie de vouloir bien accepter sa démission de Membre de cette Commission. *M. Edm. Becquerel,* qui avait obtenu le plus de suffrages après M. Andral, est désigné pour le remplacer.

Dans la liste des Membres de cette même Commission, on avait d'ailleurs omis, par erreur, le nom de M. Cloquet, qui devait être placé après celui de M. Bouillaud.

Cette Commission sera donc, en définitive, constituée comme il suit : MM. Becquerel père, Cl. Bernard, Longet, Bouillaud, Cloquet, Nélaton, Jamin, Coste, Edm. Becquerel.

RAPPORTS.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Rapport sur un Mémoire de* M. Collet, *intitulé :* Théorie du facteur pour l'intégration des expressions différentielles du premier ordre.

(Commissaires : MM. Chasles, Bonnet, Bertrand rapporteur.)

« La méthode de Jacobi pour l'intégration des équations différentielles partielles du premier ordre est l'une des plus importantes et des plus ingénieuses découvertes dont ce grand géomètre ait enrichi la science. Après avoir, par une marche nouvelle, réduit le problème à l'intégration de systèmes successifs d'équations simultanées aux dérivées partielles, il a donné, pour la solution de cette question incidente, des règles générales applicables à tous les cas, et qui ne forment pas la partie la moins considérable de son beau travail.

» M. Collet, dont ce début nous semble d'un très-heureux augure, a étudié avec soin cette belle et difficile théorie, et, sans apporter aux principes un changement notable, il trouve dans la solution d'un problème important et célèbre l'occasion d'appliquer la méthode de Jacobi, en accroissant par là l'intérêt qu'elle présente.

» Nous sommes heureux de signaler à l'Académie ce Mémoire très-bien composé, dans lequel M. Collet, sans s'exagérer l'importance de ses remarques, les propose aux géomètres avec le juste espoir de les intéresser.

» La question résolue par M. Collet est celle de l'intégration de l'équa-

tion différentielle totale

$$\alpha_1\, dx_1 + \alpha_2\, dx_2 + \ldots + \alpha_n\, dx_n = 0$$

dans les cas où elle est possible, par la détermination du facteur propre à rendre le premier membre une différentielle exacte. Ce facteur, on le voit immédiatement, doit satisfaire à $\frac{n(n-1)}{2}$ équations, et les coefficients α_1, $\alpha_2, \ldots, \alpha_n$ à $\frac{n(n-1)(n-2)}{6}$ conditions de possibilité. Ces nombres peuvent se réduire, le premier à $n-1$, et le second à $\frac{(n-1)(n-2)}{2}$; on le savait depuis longtemps, mais M. Collet, en y parvenant par une voie plus directe, fait preuve de dextérité analytique. Il se montre également habile à faire voir comment la théorie de Jacobi permet de faire sortir les $\frac{(n-1)(n-2)}{2}$ équations de condition des $n-1$ équations distinctes auxquelles doit satisfaire le facteur.

» Nous ne suivrons pas M. Collet dans les détails de son travail; une analyse rédigée par lui a déja paru dans les *Comptes rendus;* il nous a remis depuis plusieurs exemples nouveaux dans lesquels le résultat final serait moins facile à obtenir à première vue que dans ceux qu'il avait cités d'abord : cette addition n'était pas nécessaire pour nous faire apprécier l'intérêt véritable d'un travail qui montre, avec la connaissance des théories les plus élevées, l'habileté nécessaire pour les plier à des applications nouvelles.

» M. Collet a fait de son Mémoire une thèse présentée à la Faculté des Sciences de Paris, pour obtenir le grade de Docteur : nous ne proposerons donc pas à l'Académie d'en voter l'impression, en lui demandant seulement pour le jeune auteur ses encouragements et son approbation.

» Nous proposons, en conséquence, à l'Académie de remercier M. Collet de son intéressante communication, en l'engageant à persévérer dans les sérieuses et intelligentes études dont son Mémoire nous a donné la preuve. »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

TOXICOLOGIE. — *Note sur la valeur toxique de la coralline;* *par* **M. A. Landrin.**

(Commissaires : MM. Chevreul, Bouley, Laugier.)

« Sous ce titre, se trouvent groupés le résumé très-succinct des expériences que j'ai faites en collaboration avec le Dr Landrin, mon frère, et MM. Babaut et Bourgougnon, et l'exposé des motifs qui nous ont déterminés à entreprendre ces expériences.

» Il y a quelques mois, un des membres les plus éminents du corps médical, M. Tardieu, est venu appeler l'attention de l'Académie des Sciences sur l'action vénéneuse de la coralline. Le 2 février dernier, il lisait également à l'Académie de Médecine son Mémoire sur l'empoisonnement par cette substance, Mémoire qu'il terminait ainsi : « La coralline appartient à une » classe de corps dont le progrès incessant des arts chimiques accroît chaque » jour le nombre. C'est là une preuve nouvelle de l'intérêt considérable » qu'il y a pour la science de l'hygiène et pour la médecine légale elle-même » à suivre la marche et les progrès de l'industrie, et à étudier l'influence » que ses plus récentes conquêtes peuvent exercer sur la santé des » hommes. »

» Répondant à cet appel, nous nous décidâmes à établir des expériences propres à éclairer la science sur la valeur toxique de substances tinctoriales de même série chimique que la coralline. Pour nous guider dans cette voie, nous crûmes utile pour nous de recommencer ce qu'avait fait M. Tardieu, et le 21 août nous étions à l'œuvre.

» Nous devons avouer que nous avions bien quelque doute sur le degré de l'action irritante de la coralline, puisque l'un de nous, qui très-fréquemment avait l'occasion de plonger les mains dans la teinture obtenue avec cette substance, n'en avait jamais éprouvé le moindre accident. Néanmoins, grand fut notre étonnement, lorsque, après un plus grand nombre d'expériences que celui qui avait permis à M. Tardieu de conclure aussi nettement, nous nous trouvâmes en face d'un résultat complétement négatif. Soit que la coralline ait été donnée par la voie stomacale, en solution alcoolique ou mélangée à l'état pulvérulent à une très-petite quantité de viande, soit qu'elle ait été administrée par la méthode hypodermique, nos chiens étaient restés dans le plus parfait état de santé. Le seul fait que nous ayons noté

était la présence du prétendu poison dans les matières fécales, d'où on put l'extraire et l'isoler.

» Point de diarrhée, de vomissements; ni fièvre, ni abattement. Nulle inflammation de la muqueuse buccale quand l'animal avait pris la substance par la bouche, point de claudication après les injections sous-cutanées aux membres, ce qui nous étonna fort : car nous nous attendions à voir apparaître ces escarres que deux d'entre nous avaient produites sur des chiens et des chevaux, en expérimentant par cette méthode la vératrine et la conicine.

» Nous avons cherché à nous rendre compte néanmoins des lésions que pouvait produire la coralline, et dans ce but nous avons fait abattre les deux chevaux et un chien. Le premier cheval a été tué vingt-quatre heures après avoir pris 50 grammes de coralline du commerce en solution dans 120 grammes d'alcool, solution additionnée d'environ 100 grammes d'eau. Nous avons, à première vue, reconnu la coralline dans le poumon; puis nous l'y avons constatée à l'aide du microscope et chimiquement, ce qui nous a permis de teindre avec cette coralline retirée du poumon un écheveau de laine que nous avons présenté à l'Académie de Médecine, dans sa séance du 8 juin dernier. Cette autopsie ne nous donna aucun autre résultat, et le foie particulièrement était très-sain. Le second cheval fut abattu sept jours pleins après la dernière administration de 50 grammes de coralline du commerce. Bien qu'il ait, comme le précédent, avalé cette substance en solution alcoolique, ce qui nous paraît important pour son transport rapide au poumon, il nous a été impossible d'en trouver la moindre trace. Le chien et le lapin avaient totalement éliminé la coralline introduite dans l'économie.

» Ces faits nous autorisent suffisamment à rejeter l'appréciation de M. Tardieu, qui considère la coralline comme un poison irritant, agissant notamment comme les substances drastiques, à la façon de l'huile de croton tiglium, par exemple.

» Quant à l'éruption déterminée aux pieds de quelques personnes qui ont porté des chaussettes de soie teintes avec la coralline, nous pensons qu'il en faut chercher la cause ailleurs que dans l'action de la coralline. Tous les quatre, nous avons étendu sur nos bras de la coralline dissoute dans l'alcol, et nous avons laissé cette teinture jusqu'à ce qu'elle ait disparu d'elle-même. Un de nous, pendant plus de dix jours, a eu un pied teint de cette façon. Enfin, nous n'avons pris aucune précaution pendant le cours de nos expériences, et nous n'avons rien, absolument rien constaté sur

nous. D'ailleurs les chevaux qui conservaient une teinte corallinée de la langue et de toute la bouche pendant un temps assez long après l'absorption n'ont pas eu la moindre irritation de ces parties.

» Nous ne voulons pas nous étendre davantage; nous nous réservons d'envisager toutes ces questions dans un Mémoire qui sera achevé prochainement. Aujourd'hui, nous terminons par ces conclusions :

» 1° La coralline n'est pas un agent toxique, même à des doses assez élevées;

» 2° On peut, en conséquence, en faire usage hardiment en teinture, si, dans les opérations qu'entraîne son emploi dans cette industrie, on ne la mélange pas à des corps toxiques.

» Il nous parut alors nécessaire d'abandonner la coralline purifiée dont nous nous étions servis, et nous recommençâmes avec la coralline du commerce, de deux sources différentes; tout se passa comme précédemment. Nous eussions pu conclure dès ce moment; mais, d'accord tous les quatre, et bien que certains d'avoir sagement observé, nous nous contentâmes de déposer un pli cacheté à l'Académie des Sciences, le 3 mai dernier, afin qu'il nous fût possible d'étudier de nouveau. Ce que nous désirions surtout, c'était d'opérer de manière à rejeter toutes les chances d'erreur; c'était aussi de bien nous placer dans les mêmes conditions que notre savant initiateur, qu'il nous importunait de contredire. Pour remplir ce programme, un de nous, en qualité de chimiste, obtint de l'obligeance de M. Persoz un échantillon de sa coralline, dont l'expérimentation devait terminer notre série d'observations. Les derniers résultats obtenus nous forcent enfin à donner nos conclusions : car, si nos expériences vérifiées par d'autres conservent leur signification, — ce dont nous ne doutons pas, — nous nous trouvons en face d'un devoir à remplir à l'égard de l'industrie inquiétée et forcément stationnaire, en présence d'un danger dont la menace restera longtemps encore toute-puissante.

» Nos expériences ont porté sur sept chiens, deux chevaux, un lapin et quelques grenouilles. Enfin sur nous-mêmes nous avons tenté l'application de la solution alcoolique de coralline, soit sur le bras, soit sur le pied. En tout quarante et une expériences qui n'ont pas amené un accident. Nous avons ainsi employé 195 grammes de coralline; aucun de nos animaux n'a été empoisonné. Cependant un chien a pris par la voie stomacale $1^{gr},50$ en deux jours; un autre $11^{gr},50$ en une quinzaine de jours, soit par la bouche, soit par la méthode hypodermique; un troisième enfin, 17 grammes en trois jours à l'état pulvérulent. Le premier cheval, tombé d'inanition quand

il nous fut livré, en a pris 10 grammes en solution alcoolique et 50 grammes de la même façon cinq jours après; le second cheval en a ingéré 100 grammes, en deux prises égales, le 30 avril et le 3 mai. Le lapin en absorba 2 grammes en huit jours à la dose de 25 centigrammes par jour à l'état pulvérulent : car nous nous sommes souvenus qu'il est de connaissance vulgaire qu'une cuillère d'alcool et même d'eau-de-vie tue parfaitement un lapin.

» Quant aux grenouilles, leur dénombrement pourrait paraître au premier abord moins favorable. Nous avons eu chez elles des morts assez rapides; mais il faut dire que comparativement nous avons donné l'alcool pur, et que cette dernière substance a tué les animaux aussi vite et avec les mêmes apparences phénoménales que la solution alcoolique de coralline. Une grenouille qui a pris 5 centigrammes de coralline à l'état pulvérulent le 8 mai vit encore aujourd'hui (5 juin), bien qu'elle n'ait pas été nourrie. Une autre grenouille a absorbé 5 centigrammes de la coralline de M. Persoz, et l'a rendue vingt heures après sous forme de deux masses stercorales, que nous avons conservées; elle n'a d'ailleurs pas paru le moins du monde inquiétée dans sa santé. »

M. **Chevreul** cite une expérience faite récemment à la Manufacture des Gobelins et conduisant à la même conclusion.

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Mémoire sur l'emploi des eaux d'égout en agriculture; par* **M. Ch. de Freycinet**. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Commission des Arts insalubres.)

« On a fait un grand nombre d'essais sur les eaux d'égout des villes, en vue de les purifier par des moyens chimiques et d'utiliser pour l'agriculture les principes fertilisants qu'on en sépare. Les plus importants de ces essais sont dus aux Drs Hofmann, Frackland, A. Smith, Ch. Way, en Angleterre; au Dr Kœne, en Belgique, et à M. Dumas, en France. Ils conduisent à la conclusion, que plusieurs ingrédients chimiques, et particulièrement le sulfate d'alumine, procurent une épuration satisfaisante, mais qu'on rencontre, dans la pratique en grand, les deux inconvénients suivants : 1° l'engrais fourni par le traitement ne couvre pas le prix de revient, et l'on en a difficilement le débouché ; 2° les odeurs dégagées, soit pendant l'épuration, soit au moment du curage des bassins, soit par suite du séjour prolongé des matières, incommodent le voisinage, surtout quand les eaux d'égout contiennent, comme en Angleterre, les déjections de la population. En

outre plusieurs savants, entre autres le Dr Letheby, ont mis en doute l'efficacité de l'opération au point de vue de la protection des cours d'eau ; on a pensé que des liquides, même parfaitement clarifiés à l'œil, mais renfermant encore en dissolution une partie des éléments organiques, étaient susceptibles, sinon de rentrer en putréfaction, du moins de communiquer des propriétés délétères. Parallèlement à ces observations scientifiques, des exploitations commerciales se sont fondées dans plusieurs villes du Royaume-Uni. Les plus connues sont celles de Cheltenham, Leicester, Coventry, Tottenham. Toutes se sont heurtées au double écueil que je signalais au commencement, et elles ont dû, l'une après l'autre, discontinuer leurs opérations. Quand j'ai visité ce pays, de 1862 à 1868, je n'ai rencontré aucune personne disposée à les reprendre, et divers brevets, plus ou moins nouveaux, inscrits dans ces derniers temps, sont demeurés jusqu'ici sans application sérieuse.

» En France, un mode de traitement avec des lignites pyriteux a été récemment employé à Reims. Les résultats ont été, paraît-il, plus satisfaisants sous le rapport des odeurs, mais non sous le rapport de la dépense, car ils se résumeraient à vendre 5 francs ce qui en coûte près de 7. Il est donc présumable qu'en tant que spéculation commerciale, cette tentative n'aura pas de suite, ou qu'elle n'en pourrait avoir que moyennant une subvention importante de la ville de Reims.

» De toutes les opérations de ce genre, les plus remarquables, sans contredit, sont celles qui se poursuivent depuis deux ans à Clichy, pour le compte de la ville de Paris, sous la haute direction de M. Dumas. On y épure des eaux du grand collecteur d'Asnières, à l'aide d'un procédé suggéré par M. Le Châtelier et expérimenté au laboratoire de M. Hervé-Mangon, lequel consiste dans l'emploi du sulfate d'alumine provenant de certaines fabrications industrielles. On y a réalisé, je crois, le maximum des avantages que comporte le traitement chimique. Les odeurs sont à peu près nulles, et la dépense est descendue à 2 centimes et demi par mètre cube. Mais je ferai deux remarques : 1° les eaux d'égout de Paris ne contiennent pas les matières fécales, ni même la totalité des résidus ménagers; rien ne prouve donc que les odeurs ne viendraient pas à se produire si, comme on doit le souhaiter, les cabinets d'aisances étaient un jour mis en communication directe avec les égouts; 2° même au prix réduit que j'ai rapporté, l'opération ne couvrirait pas ses frais, puisque d'après le dernier compte rendu de MM. Mille et Durand Claye, les deux ingénieurs préposés aux travaux, la tonne d'engrais coûte 19 francs et en vaut à peine 14. En outre,

l'épuration est incomplète : car l'eau vanne des bassins emporte à la rivière les quatre septièmes de la richesse fertilisante. Les résultats de Clichy, tout supérieurs qu'ils soient à ceux des autres localités, n'infirment donc pas, ce semble, la conclusion générale que j'avais déjà tirée de mes observations antérieures, à savoir : que l'application directe de l'eau d'égout à la culture offre, toutes les fois qu'elle est possible, une solution bien préférable à celle que fournissent les procédés chimiques.

» La supériorité de la méthode agricole est attestée, à mes yeux, par des faits irrécusables. Plusieurs villes anglaises, Édimbourg, Carlisle, Rugby, Croydon, Malvern, etc., emploient aujourd'hui leurs liquides à l'arrosage des prairies. Cette pratique était déjà depuis longtemps en vigueur dans le Milanais et dans la province de Valence; mais c'est dans la Grande-Bretagne qu'il convient de l'étudier, car elle y a pris un caractère plus scientifique. Les irrigations de Carlisle, Rugby et Croydon sont particulièrement intéressantes. Dans ces localités, où l'installation a été bien entendue et où l'arrosage est conduit avec mesure, les odeurs sont, je puis le dire, nulles et les eaux sortent des prairies dans un état comparable à l'état naturel. La végétation touffue et abondante du *ray-grass* détermine une absorption rapide des principes fertilisants. A peine le liquide d'égout arrive-t-il au contact de la plante, que les odeurs sont en quelque sorte fixées et les matières putrescibles décomposées par les forces assimilatrices. Chose à noter dans cette purification, ce n'est pas le sol qui intervient, ou du moins il n'intervient que faiblement : c'est la plante; d'où il suit que la nature du sol est presque indifférente : la seule condition qu'il doit remplir, c'est de se prêter convenablement à l'écoulement des eaux. Au contraire, le choix de la culture est capital; elle doit être douée d'une grande force végétative et recouvrir le sol *sans solution de continuité*, afin que nulle part le liquide ne reste abandonné à lui-même; aussi les prairies permanentes, et spécialement celles formées de ray-grass d'Italie, ont-elles paru jusqu'ici les plus convenables pour cet objet. La culture maraîchère et plus encore le colmatage constituent, à mon sens, des erreurs sanitaires, dont la pratique en grand ne tarderait pas à démontrer le danger.

» Les résultats commerciaux de l'irrigation des prairies sont très-avantageux. La terre porte cinq à six coupes de fourrages par an, et j'ai vu près d'Édimbourg des hectares loués jusqu'à 2500 francs. La quantité d'eau versée annuellement varie, selon la nature du sol, depuis 10000 jusqu'à 30000 mètres cubes, sans que l'épuration cesse d'être satisfaisante. Toute-

fois, la dose de 10000 à 15000 mètres cubes paraît être la meilleure; elle donne un produit qui assigne à l'eau d'égout une valeur de 12 à 15 centimes le mètre cube.

» Encouragée par ces faits, la grande ville de Londres a concédé, en 1864, ses eaux d'égout à une Compagnie qui se dispose à arroser, au moyen d'un aqueduc de 70 kilomètres de long, plusieurs milliers d'hectares de sables repris sur la mer du Nord. En 1866, la ville de Bruxelles a également chargé une Compagnie d'épurer ses liquides sur des prairies au bord de la Senne. Une solution analogue est-elle réalisable à Paris? Est-il possible d'utiliser en irrigations les eaux d'égout qui souillent présentement le fleuve?

» Oui, sous certaines conditions : 1° il faut que, comme dans les villes anglaises, comme à Londres, à Bruxelles, à Milan, les liquides de Paris contiennent toutes les déjections de la population, y compris les matières fécales : autrement la valeur de ces liquides ne couvrirait pas les frais de l'entreprise; 2° il faut qu'on ait le droit d'exproprier, pour cause d'utilité publique, les terrains destinés à l'arrosage, ou du moins un minimum suffisant pour l'épuration, sous peine de se heurter à des prétentions inadmissibles. Quant à ce minimum, j'ai calculé qu'il varie, suivant les circonstances, de 1 à 2 hectares par 1000 habitants : soit en moyenne 3000 hectares pour une population de 2 millions d'âmes.

» Ces conditions sont-elles contraires au bien public? Pour la première, loin de là; car elle est le complément indispensable de l'assainissement : sans l'abolition des fosses d'aisances, point de véritable salubrité. La seconde condition est tellement dans la nature des choses, qu'en Angleterre, où l'on avait refusé l'expropriation pour l'établissement des chemins de fer, on n'a pu cependant s'empêcher de l'accorder pour l'aqueduc de dérivation des eaux d'égout de Londres, et l'on a même proposé récemment de l'étendre à un minimum de surface d'arrosage pour toutes les villes. La Belgique, de son côté, s'est arrêtée à des conclusions semblables, à l'occasion de la ville de Bruxelles.

» En résumé, l'épuration par voie chimique est coûteuse, imparfaite et plus ou moins nuisible à la salubrité. L'arrosage des prairies, au contraire, atteint le double but de la salubrité et de la production agricole, et peut même, sous certaines conditions, devenir une source de bénéfices pour les villes ou les particuliers qui s'y adonnent. Je crois donc que l'attention des municipalités doit se porter de préférence aujourd'hui vers l'étude de ce moyen d'assainissement. »

M. le Secrétaire perpétuel ajoute à la très-intéressante communication de M. Freycinet les remarques suivantes, destinées à la compléter :

« Les procédés d'épuration des eaux d'égout et leur emploi direct en irrigations sont l'objet d'expériences comparatives à Paris. Le dernier système est soumis à Londres, depuis trois ans, à un emploi en grand qui mérite la plus sérieuse attention.

» M. Hope, qui dirige cette dernière exploitation, opère sur une ferme importante, et il n'utilise, dans toute l'année cependant, que l'équivalent des eaux d'égout fournies par Londres en un jour. On est donc loin d'avoir mis à profit tous les liquides rejetés par cette ville. Il y a eu, en effet, beaucoup d'hésitations sur la meilleure manière de les diriger et d'en tirer parti.

» Les résultats constatés jusqu'ici à Édimbourg et à Londres sont cependant très-positifs au point de vue de l'hygiène et même de l'agriculture.

» En effet, l'expérience démontre, et M. le Secrétaire perpétuel le constatait lui-même, il y a quelques jours : 1° que les prairies de ray-grass absorbent immédiatement toute l'odeur des liquides qui les arrosent; 2° qu'à 20 ou 25 mètres du point où elles sont reçues, les eaux impures, après avoir traversé le sol de la prairie, sont rejetées par les tuyaux de drainage à l'état limpide, inodore et insipide; 3° que les végétations spéciales aux eaux d'égout ne s'y manifestent plus et sont remplacées par les plantes ordinaires des eaux courantes; 4° que la végétation du ray-grass est d'une rare puissance, puisqu'en ce moment on procède à la cinquième coupe.

» L'épuration des eaux par le passage à travers la prairie se manifeste d'une manière incontestable dans les chiffres suivants, fournis à M. le Secrétaire perpétuel par M. Frankland, qui s'occupe avec un soin extrême de tout ce qui intéresse la salubrité des eaux de Londres :

» 100000 parties d'eaux d'égout laissent 112,5 de résidu solide contenant : 12 de carbone; 2,5 d'azote organique; 4 d'ammoniaque et 0 de nitrates;

» 100000 parties d'eaux d'égout, après leur emploi sur la prairie, déversées par les drains, fournissent 79 de résidu solide, contenant : 1,3 de carbone; 0,25 d'azote organique; 0,8 d'ammoniaque et 2,9 d'azote à l'état de nitrates ou de nitrites.

» L'oxydation est donc rapide et rend très-bien compte de la prompte désinfection du liquide.

» L'expérience séculaire d'Édimbourg démontre, en outre : 1° que le sol

ne s'infecte pas; 2° que les plantes cultivées ne prennent à la longue aucune qualité nuisible au bétail.

» Relativement à la question économique, M. Hope paraît n'être pas convaincu que le ray-grass puisse donner seul les meilleurs résultats au point de vue agricole, et il emploie les eaux d'égout à des cultures variées comme on l'essaye à Paris.

» La question hygiénique est donc résolue et la question agricole le sera bientôt elle-même.

» En effet, M. Hope compare avec soin les cultures potagères diverses, les céréales, les pommes de terre et les racines féculentes, les betteraves, etc., au ray-grass.

» Un plant de fraises étendu est en expérience, et ses produits ont obtenu le premier rang dans un concours spécial ouvert à Londres l'an dernier.

» A Paris, les mêmes études sont en cours d'exécution, et les dispositions prises dans la plaine de Gennevillers permettent de leur consacrer 5000 mètres cubes d'eaux d'égout par jour.

» Peut-être sera-t-on conduit, toutefois, et il m'a paru que telle était l'opinion de M. Hope à considérer les prairies de ray-grass, comme un moyen de préparer par l'emploi direct des eaux d'égout l'herbe nécessaire à la nourriture du bétail, et par le fumier de celui-ci l'engrais de ferme nécessaire aux autres récoltes. Les prairies formeraient un intermédiaire entre les eaux d'égout et les cultures habituelles de la terre de labour ou du jardinage, et produiraient en quelque sorte un raffinage de l'engrais d'égout satisfaisant pour l'imagination et très-bien calculé pour la marche des opérations agricoles.

» Il y a donc tout lieu d'espérer que le système qui consiste à débarrasser les rivières de la souillure des eaux d'égout et à les mettre au service de l'agriculture prendra bientôt définitivement place dans l'économie des pays civilisés; car une ferme conduite par le procédé qu'on vient d'indiquer en terminant ne différerait que par sa fécondité d'une ferme qui aurait pour base des prairies irriguées par un cours d'eau ordinaire. »

M. **Manificat** soumet au jugement de l'Académie la description d'une « balayeuse et boueuse mécanique ».

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

M. **Chamard** écrit de Tulle au sujet d'un « mécanisme destiné à la direction des aérostats ».

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

M. **Mégnin** adresse, en même temps qu'un ouvrage intitulé « Dermatologie hippique », destiné au concours des prix de Médecine et de Chirurgie pour 1870, une analyse des parties qu'il considère comme originales dans cet ouvrage.

(Renvoi à la future Commission.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale à l'Académie, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, le second volume du « Cours de Physique professé à l'École Polytechnique », qui fait partie des Œuvres d'É. Verdet, publiées par les soins de ses élèves.

Ce volume auquel M. É. Fernet, répétiteur à l'École Polytechnique, a attaché son nom comme éditeur, est consacré à l'acoustique, à l'optique et à la propagation de la chaleur. Il résume les savantes leçons de Verdet sur ces matières; il en expose surtout les parties neuves et les théories délicates; la sûreté et la précision qui caractérisaient l'enseignement de Verdet ont été conservées et reproduites avec le plus grand soin dans le travail de l'éditeur.

M. le **Ministre de l'Agriculture, du Commerce et des Travaux publics** adresse, pour la Bibliothèque de l'Institut, un exemplaire du tome LXVI de la collection des brevets d'invention pris sous le régime de la loi de 1844.

MM. **Lavalley**, **Fraser**, **Lorain**, **Brébant**, **Ercolani** adressent des remercîments pour les distinctions dont leurs travaux ont été l'objet dans la séance du 14 juin.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur quelques spectres stellaires, remarquables par les caractères optiques de la vapeur d'eau.* Lettre de M. **Janssen** à M. le Secrétaire perpétuel.

Darjeeling, Sikkim, 22 mai 1869.

« J'ai repris mes études sur les spectres des planètes et des étoiles, au point de vue de la vapenr aqueuse.

» Des considérations théoriques m'avaient amené à rechercher si les spectres de certaines étoiles ne présenteraient pas les caractères optiques de la vapeur d'eau. J'ai été confirmé dans mes prévisions. Il paraît non

douteux aujourd'hui qu'il existe une classe d'étoiles possédant une atmosphère aqueuse. Ces étoiles appartiennent en général à la classe des étoiles rouges ou jaunes, et les raies de l'hydrogène y font souvent défaut.

» Mais cette recherche m'a présenté des difficultés particulières. Les étoiles qui possèdent les caractères optiques de la vapeur aqueuse les présentent avec une telle intensité, que la physionomie des phénomènes est fort altérée. Les lignes ou bandes obtenues avec la colonne de vapeur de 37 mètres dans l'expérience de La Villette en 1866 se traduisent, dans les spectres stellaires en question, par de larges bandes très-foncées. Aussi, s'il n'est pas douteux, par l'ensemble des caractères optiques, qu'une classe d'étoiles à atmosphère aqueuse existe certainement, il me paraît indispensable, avant d'aller plus loin, de reprendre l'étude de colonnes de vapeur plus longues encore, afin d'obtenir des spectres artificiels où les phénomènes d'absorption présentent le même degré d'intensité que dans les étoiles. C'est alors seulement qu'on pourra dresser une liste parfaitement certaine; et, d'ailleurs, l'étude plus complète du spectre de la vapeur d'eau ne peut que nous conduire à d'importants résultats théoriques.

» Je suis actuellement dans le Sikkim, situé par rapport à Smila à l'autre extrémité de la grande chaîne des Himalayas. Avant de quitter l'Inde, j'ai tenu à visiter cette région si intéressante par les caractères du climat tropical transporté dans les régions élevées. Les propriétés de l'atmosphère humide du Sikkim forment un contraste bien remarquable avec celle de Smila. Je m'en suis servi pour jeter les bases d'une méthode spectro-hygrométrique, destinée à l'étude des hautes régions de notre atmosphère. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur les spectres de quelques corps composés dans les systèmes gazeux en équilibre.* Note de MM. **Berthelot** et **F. Richard**, présentée par M. Jamin.

« 1. Le feu électrique résout tous les corps composés dans leurs éléments; à l'inverse, il forme un certain nombre de composés. Entre ces deux actions contraires, il s'établit parfois un équilibre déterminé, équilibre très-nettement caractérisé pour l'acétylène et pour l'acide cyanhydrique, et qui a été l'objet des recherches récentes de M. Berthelot. Ainsi se forment divers systèmes gazeux, dont la composition demeure désormais invariable sous l'action prolongée du feu électrique. Nous avons pensé que l'analyse spectrale de semblables systèmes pourrait offrir un intérêt particulier et qu'elle apporterait peut-être de nouvelles lumières à la question

si controversée des spectres des corps composés. En effet, on écarte ainsi les complications dues aux changements successifs de la composition de gaz sous l'influence de l'étincelle.

» 2. Le spectre des composés carbonés, en particulier, a été l'objet des recherches de nombreux physiciens. M. Swan a reconnu d'abord, et dès 1856 (1), que toutes les flammes hydrocarbonées fournissent un même spectre, d'un caractère tout spécial. En 1862, M. Attfield (2) a démontré que ce spectre est celui du carbone (3), car il est commun aux flammes hydrocarbonées, à celles du cyanogène, de l'oxyde de carbone, du sulfure de carbone; enfin, il apparaît dans ces divers gaz en vapeurs traversés par l'étincelle électrique. MM. Plücker et Hittorf (4), dans un Mémoire justement classique, sont arrivés à la même conclusion, spécialement pour le gaz des marais, le gaz oléfiant, le méthyle et l'acétylène (5), et ils ont donné une magnifique figure des spectres du carbone. M. Morren a dessiné le même spectre, de son côté. Après avoir cru d'abord à l'existence distincte d'un spectre d'hydrogène carboné dans la combustion, ce savant physicien est revenu sur sa première opinion (6); d'après de nouvelles expériences publiées en 1865, il a adopté la conclusion de M. Attfield. Le cyanogène et l'acétylène entre autres, lui ont fourni tous deux le spectre du carbone (7). Si nous entrons dans ces détails, c'est afin de bien préciser l'état actuel de la question.

» 3. Nous avons étudié d'abord le spectre de l'acétylène. D'après les expériences de l'un de nous, l'acétylène pur est décomposé par l'étincelle; mais la décomposition s'arrête, lorsque la proportion de l'hydrogène libre est devenue suffisante. L'excès d'hydrogène nécessaire pour assurer la stabilité de l'acétylène change avec la pression. Sous une pression de $0^{m},100$, le mélange en équilibre renferme 3,5 centièmes d'acétylène. Ce même mélange est encore en équilibre sous une pression de quelques millimètres.

» Nous nous sommes placés au delà de ces limites et nous avons expéri-

---

(1) *Edinb. Phil. Trans.*, t. XXI, p. 411.

(2) *Philos. Trans.*, 1862, p. 221.

(3) Superposé à celui de l'hydrogène, ou de l'azote, ou du soufre, suivant le composé mis en expérience.

(4) *Philos. Trans.*, 1865.

(5) *Même Mémoire*, p. 19 et 27.

(6) *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. IV, p. 308 et 310; 1865.

(7) Page 314.

menté sur un mélange d'hydrogène et d'acétylène renfermant 1,7 centième du dernier gaz. Ce mélange a été introduit dans un tube de Plücker, où l'on a fait le vide à quelques millimètres; puis on y a fait passer une série d'étincelles, à l'aide d'une forte bobine d'induction. La lumière rosée qui s'est produite a été analysée à l'aide d'un spectroscope à deux prismes, de façon à étaler convenablement le spectre.

» La dispersion peut être définie par les chiffres suivants. La double raie jaune du sodium occupait la division 50 du micromètre; $H_\alpha = 13,5$; $H_\beta = 144,5$; $H_\gamma = 229$.

» Le spectre de notre mélange gazeux a présenté :

» 1° Les raies brillantes de l'hydrogène ;

» 2° Les raies et les bandes lumineuses du carbone, conformes au spectre de l'oxyde de carbone dessiné par MM. Plücker et Hittorf, et au spectre du carbone de M. Morren. Nous avons vérifié l'exactitude remarquable de ces dessins, en opérant sur un tube de Plücker rempli d'oxyde de carbone raréfié.

» 3° En outre, nous avons reconnu l'existence d'un groupe particulier de bandes et de raies, qui n'ont été signalées, à notre connaissance, par aucun observateur. En effet, depuis le jaune jusqu'au vert on aperçoit une multitude de bandes étroites et brillantes, équidistantes ou à peu près, séparées par de fines raies noires. Le tout offre l'aspect d'une série de cannelures délicates et extrêmement resserrées : elles sont surtout manifestes à partir de la division 25 de notre micromètre et jusque vers la division 65. La portion jaune du spectre, voisine de la raie du sodium, les présente avec le plus grand éclat. Dans les spectres du carbone dessinés soit par MM. Plücker et Hittorf, soit par M. Morren, aucune raie ou bande n'est figurée dans cette portion jaune du spectre, comprise entre le groupe *a* et le groupe *b* des premiers auteurs.

» Le même groupe de raies et de bandes peut être observé, dans un tube de Plücker, avec l'hydrogène renfermant trois millièmes d'acétylène. On l'observe également avec l'hydrogène mêlé de vapeur de benzine, circonstance dans laquelle celles des nouvelles raies qui sont situées dans le vert deviennent un peu plus brillantes qu'avec l'acétylène pur, mais sans changer de place. Ce cas rentre d'ailleurs dans le précédent, puisque le mélange de benzine et d'hydrogène se change en acétylène sous l'influence de l'étincelle.

» Au contraire l'oxyde de carbone pur ne fournit point ce gronpe de raies; l'oxyde de carbone mêlé d'hydrogène ne le laisse non plus apercevoir que d'une manière nulle à peu près insensible; on sait que dans ce dernier

mélange l'acétylène se forme, mais en proportion extrêmement faible. L'absence des raies de l'acétylène, dans un semblable mélange, nous a paru surtout décisive.

» En raison de ces observations, nous regardons le groupe de raies et de bandes qui viennent d'être définies comme caractéristiques de l'acétylène.

» Ces raies et bandes n'apparaissent que sous une pression très-faible. En opérant sous la pression de $0^m,760$, l'hydrogène renfermant quelques millièmes d'acétylène ne laisse guère apercevoir que les raies de l'hydrogène pur. Mais, sous cette même pression de $0^m,760$, l'hydrogène, mêlé avec une forte proportion d'acétylène et traversé par l'étincelle, montre la réunion des raies de l'hydrogène avec les raies et bandes du carbone (c'est-à-dire de l'oxyde de carbone sous la même pression). A la place que les raies et bandes de l'acétylène occupaient sous une faible pression, le spectre est continu sous la pression de $0^m,760$, les bandes étant sans doute superposées par suite de leur dilatation. Observons ici que le spectre de l'oxyde de carbone, c'est-à-dire du carbone, sous la pression atmosphérique, diffère beaucoup du spectre du même corps observé dans un tube à gaz raréfié. Le spectre de l'azote change également, suivant qu'on l'observe sous la pression atmosphérique, ou sous une pression de quelques millimètres, ou bien enfin dans un état de raréfaction excessive. Les spectres multiples qu'un même corps présente sous diverses pressions peuvent être, ce semble, expliqués dans la plupart des cas par les maxima variables, qui résultent des superpositions successives d'un certain nombre de raies brillantes, de plus en plus dilatées à mesure que la pression augmente.

» 4° Nous avons également étudié le spectre des mélanges gazeux renfermant l'acide cyanhydrique. Ce composé se forme en effet lorsque l'acétylène et l'azote sont en présence et traversés par l'étincelle électrique. Mais les mélanges en équilibre qui se produisent ainsi sont complexes : ils contiennent à la fois de l'acide cyanhydrique, de l'acétylène, de l'hydrogène et de l'azote. Nous avons opéré sur divers mélanges formés d'acide cyanhydrique avec un excès d'hydrogène, mélanges dans lesquels l'acétylène apparaît aussitôt sous l'influence de l'étincelle. Ces mélanges, raréfiés dans des tubes de Plücker jusqu'à une pression de quelques millimètres et soumis à l'analyse spectrale, ont présenté :

» 1° Les raies de l'hydrogène ;

» 2° Les bandes et raies du carbone ;

» 3° Les fines cannelures et raies de l'acétylène, avec la même netteté que lorsqu'on opère sur un simple mélange d'acétylène et d'hydrogène ;

» 4° Certaines apparences, plus difficiles à préciser, mais qui paraissent dériver du spectre de l'azote, surtout dans la partie violette.

» Mais nous n'avons réussi à définir sous cette pression aucun groupe de bandes ou de raies spéciales, qui puisse caractériser nettement l'acide cyanhydrique, lequel existe cependant dans ces mélanges en proportion considérable.

» En opérant sous la pression atmosphérique, le spectre de l'étincelle, dans l'acide cyanhydrique mêlé avec un excès d'hydrogène, résulte essentiellement des spectres de l'hydrogène et du carbone superposés; si l'on ajoute à ces mélanges de l'azote pur, ou même de l'air, par portions successives, on voit apparaître en même temps le spectre de l'azote, lequel se renforce peu à peu, à mesure que la proportion de l'azote augmente, et finit par devenir prédominant : on voit surtout très-nettement les lignes vertes qui caractérisent ce gaz sous la pression atmosphérique.

» Nous avons observé les mêmes phénomènes, en ajoutant peu à peu soit de l'azote, soit de l'air, à l'hydrogène mêlé de vapeur de benzine; ou bien encore en opérant sur l'air mêlé de vapeur de benzine en plusieurs proportions; malgré quelques diversités dans les apparences, qui mettent en évidence tel ou tel groupe de raies appartenant aux éléments, de préférence aux autres, nous n'avons réussi à définir dans ces divers mélanges aucun système de raies ou de bandes particulières.

» L'exécution des expériences qui précèdent a été singulièrement facilitée par le concours des ressources combinées du Laboratoire de Recherches de Physique, institué à la Sorbonne, sous la direction de M. Jamin, et du Laboratoire de Recherches de Chimie organique, institué au Collége de France. C'est en se prêtant un mutuel appui dans leurs travaux que les savants peuvent justifier l'appui éclairé de l'Administration de l'Instruction publique, par des progrès plus rapides dans la recherche de la vérité. »

PHYSIQUE. — *Sur les phénomènes lumineux produits par les courants d'induction*. Note de **M. É. Fernet.**

« Dans une communication adressée récemment à l'Académie (*Comptes rendus*, t. LXVIII, p. 1322), M. Seguin rend compte d'une application de l'analyse spectrale à l'étude des phénomènes lumineux qui se produisent à l'extrémité négative du fil induit d'une bobine de Ruhmkorff, lorsque cette extrémité est formée par un fil de platine assez fin, et qu'elle est placée à une distance très-petite de l'extrémité positive. Dans ces conditions, on sait

que le fil devient incandescent, et M. Seguin remarque que l'on cesse de distinguer nettement la couche de lumière bleue qui enveloppe d'ordinaire le fil négatif. La question qu'il se pose alors est de savoir si la lueur bleue a disparu en réalité, ou si elle est seulement dissimulée par l'éclat du fil; l'étude spectrale le conduit à conclure que la lumière bleue persiste toujours, que le fil soit incandescent ou non.

» Sans réclamer, en quoi que ce soit, la méthode employée dans ces recherches de M. Seguin, je demande à l'Académie la permission de faire remarquer que cette conclusion, assez probable d'elle-même par l'ensemble des caractères sur lesquels il n'y a pas lieu d'insister ici, avait été établie directement par des expériences dont j'ai fait connaître les résultats en 1864 (*Comptes rendus*, t. LIX, p. 1005). Voici les quelques lignes qui sont relatives à ce point particulier :

« Quant à la lueur bleue qui se prolonge sur le fil incandescent et qui
» paraît continue, il est aisé de démontrer qu'elle est instantanée et tout
» à fait indépendante de l'incandescence du fil. Il suffit pour cela d'écarter
» de sa position le fil négatif, qu'on a eu soin de prendre suffisamment
» rigide et de l'abandonner ensuite. Les vibrations qui se produisent alors
» font décrire à l'extrémité libre incandescente une courbe lumineuse con-
» tinue, ordinairement elliptique; sur cette courbe, apparaissent les traits
» de feu correspondant, à chaque décharge, distribués régulièrement, et
» accompagnés chacun d'une enveloppe bleuâtre parfaitement limitée. »

» C'est, comme on voit, un procédé de démonstration tout autre, mais la conclusion est évidemment la même. »

CHIMIE. — *Note sur la présence de l'eau oxygénée dans l'atmosphère;* *par* **M. H. Struve.**

« Occupé depuis quelque temps des analyses chimiques de l'eau de la rivière Kusa, j'étais frappé de la présence de nitrite d'ammoniaque dans cette eau, après chaque chute de neige ou de pluie. Mais, quelque temps après, il était impossible de découvrir même la plus petite trace de cette substance. La présence de nitrite d'ammoniaque dans l'eau était due à la présence de ce corps dans l'atmosphère, ce qui me décida à poursuivre cette substance dans l'atmosphère même et dans les dépôts atmosphériques.

» Dans le courant de ces recherches, je pus faire la découverte intéressante de la présence de l'eau oxygénée dans l'atmosphère. L'existence de

ce corps, comme faisant partie de l'atmosphère, n'a jamais été supposée par le célèbre chimiste de Bâle, Schönbein, et dernièrement M. Houzeau vient de nier ce fait, après des expériences minutieuses.

» Pour la première fois, je pus observer la présence de l'eau oxygénée dans l'eau de la neige, tombée le 25 février; pour la seconde fois, le 29 et le 30 du mois de mars, dans l'eau de la pluie et dans la grêle; et dernièrement encore, le 5 avril, dans la pluie tombée pendant un orage.

» Cette découverte et une série d'expériences me conduisent aux conclusions suivantes :

» 1. L'eau oxygénée se forme dans l'atmosphère, comme l'ozone et le nitrite d'ammoniaque, et se sépare de l'atmosphère par les dépôts atmosphériques.

» 2. L'ozone, l'eau oxygénée et le nitrite d'ammoniaque se trouvent toujours dans un rapport intime.

» 3. La cause des altérations que l'air atmosphérique fait subir aux papiers ioduro-amidonnés est l'ozone et l'eau oxygénée.

» 4. L'eau oxygénée ne décompose pas l'iodure de potassium.

» 5. L'acide carbonique décompose l'iodure de potassium.

» 6. En présence de l'acide carbonique et de l'eau oxygénée, l'iodure de potassium est changé en carbonate de potasse et en iode libre.

» 7. L'oxyde de plomb est le réactif le plus sensible pour découvrir les moindres traces de l'eau oxygénée, par sa transformation en peroxyde de plomb.

» Ces conclusions ne sont pas d'accord avec les expériences de Schönbein et d'autres chimistes, mais elles donnent un développement très-remarquable à une des principales découvertes de Thenard.

» Pour démontrer la présence de l'eau oxygénée dans quelques dépôts atmosphériques, je me suis servi des méthodes suivantes.

» A une quantité de 25 centimètres cubes d'eau, on ajoute cinq gouttes de la solution ioduro-amidonnée, et ensuite une goutte d'une solution diluée de sel double de sulfate d'ammoniaque et de sulfate de protoxyde de fer. Lors même qu'il ne se trouve dans l'eau que des traces d'eau oxygénée, la solution prend instantanément une couleur bleuâtre, laquelle disparaît dans quelques instants. Pour la sensibilité et la netteté de cet essai, la neutralité de la solution est d'une grande importance. Même la présence de l'acide carbonique diminue très-visiblement cette réaction.

» A une quantité de 100 centimètres cubes d'eau à examiner, on ajoute trois gouttes d'une solution d'oxyde de plomb dans la potasse caustique.

Si la solution ne se trouble pas, on ajoute quelques gouttes d'une solution diluée d'acétate de plomb basique. Il se forme bientôt un léger dépôt, la solution peut être retirée par un siphon et le petit dépôt recueilli sur un filtre. Sur ce dépôt, qui est tantôt tout blanc, tantôt jaunâtre, on fait des essais pour y montrer la présence de peroxyde de plomb. A une partie très-petite, on ajoute une goutte de la solution ioduro-amidonnée, qui prend bientôt une teinte bleuâtre. Cette teinte se montre instantanément en y ajoutant une goutte d'acide acétique.

» J'espère attirer, par cette Note, l'attention des chimistes et des météorologistes sur ce fait nouveau, et voir bientôt confirmer ces résultats par des expériences semblables, effectuées en Europe. »

A la suite de cette communication, **M. Ch. Sainte-Claire Deville** présente les remarques suivantes :

« En juillet et août 1859, j'ai eu l'occasion de passer un mois presque entier au Saint-Bernard, en compagnie de M. L. Grandeau, avec lequel j'avais entrepris des recherches de physique terrestre. Durant ce séjour, je fis deux ascensions : l'une le 14 juillet, au *Vélan* (3762 mètres) (1); l'autre le 30 juillet, au *Combin* (4430 mètres). Des eaux de neige et de pluie, recueillies en divers points, ont été remises, à mon retour, à notre éminent confrère M. Boussingault, qui a bien voulu y rechercher, à ma prière, les produits azotés. Voici l'extrait de la Note qui contient les résultats de ses analyses :

---

(1) Cette altitude du Vélan est la moyenne des deux mesures barométriques faites par M. Plantamour et par moi-même, et qui ne diffèrent entre elles que de 4 mètres. L'altitude du Combin, dont aucun voyageur, à ma connaissance, n'avait atteint la cime avant moi, a été calculée, d'après mes observations barométriques, par M. Plantamour, qui l'a évaluée à $4331^{m},4$ (voyez *Comptes rendus*, t. XLIX, p. 327). Depuis lors, en tenant compte de corrections que je n'avais pu communiquer à notre savant Correspondant de Genève, je suis arrivé à $4327^{m},5$.

De son côté, M. l'Ingénieur fédéral L'Hardy m'a écrit, en date du 6 avril 1860, qu'en utilisant les résultats bruts d'observation que je lui avais remis le 30 juillet aux chalets de la Valsorey, au moment où je descendais du Combin, il trouve une altitude de $4319^{m},1$. — Et c'est, en effet, à quoi on arrive si l'on déduit de mon évaluation les $8^{m},2$, correspondant à la tension de la vapeur aqueuse, calculée empiriquement d'après la table de M. Plantamour. Or, cinq mesures géodesiques, dont les plus divergentes ne diffèrent que de 6 mètres, ont donné à M. L'Hardy, pour l'altitude du Combin, une moyenne de $4316^{m},4$.

» Dans un litre d'eau :

	Ammoniaque. mlg	Acide nitrique. mlg
Lac du Saint-Bernard..................	0,10	0
Neige recueillie au Saint-Bernard.........	traces	traces
Pluie recueillie au Saint-Bernard.........	1,10	0,30
Neige du Vélan (matière organique brune).	15,60	0
Neige du Combin; 1er flacon.............	11,00	22,00
Id. 2e flacon.............	non dosée	21,00

» L'eau de neige du Combin rougissait faiblement la teinture de tournesol, à la manière de l'acide carbonique.

» Je dois ajouter que, pendant les quinze jours qui séparèrent mes deux ascensions, il y eut de très-violents orages et une chute considérable de neige. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Chaleur de combinaison des acides sulfhydrique et sélénhydrique.* Note de **M. P. Hautefeuille.**

« Les acides sulfhydrique et sélénhydrique prennent naissance dans un grand nombre de réactions; j'ai choisi, pour déterminer la chaleur de combinaison de ces acides, celles qui se rapprochent le plus des conditions de l'union directe des éléments. Le gaz iodhydrique est l'intermédiaire que j'emploie pour effectuer la combinaison de l'hydrogène avec le soufre et le sélénium dans leurs divers états moléculaires. Ce gaz étant décomposé par les deux corps simples à la température ordinaire, ainsi que je l'ai déjà fait connaître à l'Académie, il suffit de réaliser les expériences dans le calorimètre de MM. Favre et Silbermann, pour mesurer l'intensité des phénomènes calorifiques accompagnant la substitution du soufre ou du sélénium à l'iode de l'acide iodhydrique. En effet, d'après M. Favre, un équivalent d'acide iodhydrique, en se décomposant en hydrogène libre et iode solide, dégage une quantité de chaleur égale à 4430 calories. L'hydrogène de cet acide, en contractant une nouvelle combinaison accompagnée d'un dépôt d'iode, rend disponibles ces 4430 unités de chaleur.

» Le corps nouveau appartient-il à la classe des corps explosifs, une partie seulement de cette chaleur devient libre. La décomposition du gaz iodhydrique par le soufre insoluble dans le sulfure de carbone ne s'accompagnant pas du dégagement de toute la chaleur de constitution de ce gaz, l'acide sulfhydrique se forme avec absorption de chaleur à partir de ses éléments, hydrogène gazeux et soufre insoluble.

» La nouvelle combinaison s'effectue-t-elle avec production de chaleur

sensible, cette chaleur perdue s'ajoute à celle qui provient de la décomposition de l'acide iodhydrique. Le soufre cristallisé, en se combinant à l'hydrogène du gaz iodhydrique, dégage une quantité de chaleur supérieure à celle qui est mise en liberté par la décomposition de ce gaz. L'acide sulfhydrique se forme donc avec dégagement de chaleur, en partant de ses éléments, hydrogène gazeux et soufre octaédrique.

» La chaleur de combustion de l'acide sulfhydrique peut se déduire des résultats numériques des expériences dont il va être question : elle est indépendante de l'état dans lequel se trouve le soufre au moment de sa combinaison avec l'hydrogène. Si on la compare à la somme des chaleurs de combustion des composants, cette somme sera plus grande ou plus petite que la chaleur de combustion réelle : plus grande avec le soufre cristallisé; plus petite avec le soufre insoluble découvert et étudié par M. Ch. Sainte-Claire Deville. L'acide sulfhydrique est donc à la fois corps explosif et non explosif.

» La décomposition du gaz iodhydrique par le soufre est rapide et exempte de complications. Elle s'effectue, et ceci est essentiel, à une température à laquelle ce gaz n'a pas la moindre tension de dissociation. L'iode mis en liberté ne se combine pas au soufre; du moins, s'il y a combinaison, elle n'est accompagnée d'aucun dégagement sensible de chaleur.

» J'ai opéré successivement avec les principales variétés de soufre : le sens des phénomènes est celui que j'ai indiqué plus haut. Mais toutes les variétés de soufre ne se prêtent pas à des déterminations numériques précises : par exemple, le soufre insoluble est trop difficile à dessécher et retient trop énergiquement du sulfure de carbone. Le soufre cristallisé, réduit en poudre très-fine, desséché dans le vide ou par un courant d'acide carbonique sec décompose très-régulièrement l'acide iodhydrique : c'est de cette variété de soufre que je me suis servi de préférence.

» Dans ces expériences, la substitution du soufre à l'iode s'accompagne d'un dégagement de chaleur de 6840 calories par équivalent, lorsqu'on prend du soufre octaédrique. La chaleur perdue par les éléments précédemment définis, en se constituant acide sulfhydrique, est donc de 2410 calories. Les chaleurs de combustion de ces éléments, d'après MM. Favre et Silbermann, sont 34462 pour l'hydrogène, et 35984 pour le soufre cristallisé. La chaleur de combustion du gaz sulfhydrique sera donc de 70486 calories, moins 2410 calories, ou 68036 calories pour 17 grammes.

» La chaleur latente de transformation du soufre insoluble en soufre cristallisé étant de 3102 calories, d'après M. Favre, la décomposition de

l'acide sulfhydrique en hydrogène et soufre insoluble serait accompagnée d'un dégagement de chaleur de 712 calories. La combinaison de l'hydrogène avec le soufre insoluble, effectuée par l'intermédiaire de l'acide iodhydrique, doit, par suite, s'accompagner d'un dégagement de 3718 unités de chaleur. L'expérience directe m'a donné un nombre plus fort, mais toujours inférieur à 4430 : ce désaccord tient à la difficulté de préparer pure, et en grande quantité, cette variété de soufre.

» La préparation classique de l'acide iodhydrique aqueux par l'acide sulfhydrique et l'iode est accompagnée d'un dégagement de chaleur dû à la dissolution du gaz sulfhydrique (1) dans l'eau et à la réaction chimique. En tenant compte de la chaleur de dissolution de l'acide sulfhydrique, j'ai trouvé qu'un équivalent de cet acide dissous mettait en liberté 12000 calories, en subissant ce genre de décomposition. L'acide iodhydrique qui prend ici naissance, étant en dissolution étendue, renferme, d'après M. Favre, 14475 calories de moins que ses éléments. La totalité de cette chaleur eût été mise en liberté, si l'acide sulfhydrique dissous se fût décomposé sans absorber de la chaleur. Les 2475 calories absorbées représentent la quantité de chaleur qui se dégagerait si l'on combinait directement l'hydrogène à la variété indéterminée de soufre qu'on obtient en précipitant ce corps d'une solution d'hydrogène sulfuré.

» Le dégagement de chaleur qui accompagne la décomposition de l'acide sulfhydrique dissous par l'iode diminue au fur et à mesure que la liqueur se charge d'acide iodhydrique. La réaction s'effectuera avec dégagement de chaleur tant que la solution d'acide iodhydrique n'atteindra pas l'état de concentration que cet acide devrait posséder pour n'avoir perdu que la chaleur capable de déterminer la décomposition de l'hydrogène sulfuré en dissolution dans l'eau, environ 5825 calories. La réaction inverse se manifesterait-elle si l'on employait un acide plus concentré encore? L'acide iodhydrique en présence de l'eau peut réagir sur le soufre, mais à la condition que la solution complétement saturée dégage du gaz iodhydrique sous l'influence de la plus faible élévation de température. L'acide iodhydrique à 11 équivalents d'eau n'agit sur le soufre que vers 128 degrés, température de l'ébullition et de la dissociation de cet hydrate. L'acide iodhydrique devrait donc prendre l'état gazeux, c'est-à-dire devenir explosif pour donner naissance à la réaction inverse (2).

(1) Un équivalent d'acide sulfhydrique, en se dissolvant dans l'eau, dégage 3350 calories.

(2) Toutefois, sous pression, la dissolution semble réagir; c'est un point sur lequel je me réserve de revenir.

» Pour contrôler les nombres que je viens de donner, j'ai brûlé l'hydrogène sulfuré par une solution d'acide hypochloreux. Cette combustion présente des difficultés dues à la production du chlorure de soufre, qui ne s'oxyde qu'avec lenteur : deux opérations successives sont nécessaires pour obtenir une combustion complète. La chaleur de combustion de l'acide sulfhydrique déterminée par cette méthode est de 68200 calories, nombre qui concorde avec celui que j'ai déduit des expériences précédentes.

» La chaleur de combinaison de l'acide sélénhydrique peut se déterminer comme celle de l'acide sulfhydrique. Le gaz iodhydrique est décomposé par le sélénium rouge et le sélénium métallique. Le sélénium rouge en excès passant à l'état de sélénium métallique pendant la réaction, la modification la plus stable a été seule transformée en acide sélénhydrique, dans le moufle du calorimètre à mercure. L'expérience permet de constater que la substitution du sélénium à l'iode s'effectue avec un dégagement de chaleur très-faible. Cet acide conserve la majeure partie de la chaleur de constitution du gaz iohydrique. Un équivalent d'acide sélénhydrique, en se décomposant en hydrogène et sélénium métallique, dégagerait 2700 calories; la décomposition en hydrogène et sélénium rouge ne dégagerait pas moins de 2140 calories.

» La combinaison de l'hydrogène avec les deux modifications connues du sélénium ne s'effectue donc qu'avec absorption de chaleur. L'acide sélénhydrique ne s'en produit pas moins par l'union directe de ses éléments, ainsi que je l'ai indiqué dans une communication antérieure. L'acide sélénhydrique, comme l'acide sulfhydrique, est décomposé par l'iode en présence de l'eau; il se dépose du sélénium rouge, qui se combine ensuite avec l'excès d'iode. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la théorie de l'éthérification par l'acide chlorhydrique.* Note de **M. E. Friedel**, présentée par M. Wurtz.

« Les expériences classiques de M. Williamson ont complétement élucidé la théorie si longtemps controversée de la transformation de l'alcool en oxyde d'éthyle, de telle sorte que les recherches ultérieures de M. Alvaro Reynoso (1) et de MM. Friedel et Crafts (2) n'ont pu porter que sur quel-

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XXVIII, p. 285; 1856.
(2) *Compte rendus*, t. LVII, p. 877 et 986.

ques points de détail, et leur donner une interprétation conforme à celle du chimiste anglais.

» La théorie de la formation des éthers composés a été étudiée avec soin par MM. Berthelot et Péan de Saint-Gilles au point de vue de la réaction directe des acides sur les alcools, et les lois que ces savants chimistes ont déduites de leurs expériences ont une importance d'autant plus grande qu'elles paraissent s'appliquer à tous les cas de réactions lentes limitées dans leur effet par des réactions inverses (1).

» Mais il reste un procédé de préparation des éthers composés dont l'explication n'est pas encore donnée, quoiqu'il serve fréquemment dans la pratique : c'est celui qui consiste à faire passer de l'acide chlorhydrique gazeux dans un mélange de l'alcool et de l'acide que l'on veut combiner. Partant de l'idée que, dans ce cas encore, il devait y avoir une réaction chimique parfaitement définie dans laquelle interviendrait le corps éthérifiant, je me suis demandé d'abord si l'on pourrait attribuer la formation de l'éther acétique, par exemple, à la réaction de l'acide chlorhydrique sur l'alcool avec production de chlorure d'éthyle et d'eau, et à une réaction concentrée du chlorure d'éthyle sur l'acide acétique, qui aurait pour résultat la formation de l'acétate d'éthyle.

» Il ne m'a pas semblé qu'on pût trouver là la cause de l'éthérification ; en effet le chlorure d'éthyle est un corps relativement stable, plus stable même que l'éther acétique, et à la température à laquelle on opère généralement, il est difficile d'admettre que ce chlorure réagisse sur l'acide acétique avec formation d'acide chlorhydrique. Au moins si cette dernière réaction avait lieu, ne pourrait-elle s'étendre que sur une très-faible portion du mélange, car on sait que l'acide chlorhydrique peut décomposer l'éther acétique avec formation d'acide acétique et de chlorure d'éthyle. Je me suis d'ailleurs assuré par une expérience directe qu'en chauffant en vase clos, à 100 degrés, pendant dix heures environ, un mélange de chlorure d'éthyle et d'acide acétique cristallisable, il n'y avait pas eu de réaction sensible. Les vapeurs qui se dégagaient au moment de l'ouverture du tube, ne produisaient aucun trouble dans une solution d'azotate d'argent, et la distillation fractionnée n'a fourni aucun produit bouillant vers la température d'ébullition de l'acétate d'éthyle.

» L'action de l'acide chlorhydrique ne pouvant être interprétée de cette

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. LV, p. 385; LVI, p. 1; LVII, p. 225, 360, etc.

façon, on était conduit à admettre que l'action de l'acide chlorhydrique sur l'acide organique pouvait transformer ce dernier en chlorure. Dans le cas où l'acide organique était seul en présence de l'acide chlorhydrique, comme il se produit en même temps que le chlorure acide une quantité correspondante d'eau, il devait y avoir nécessairement une réaction inverse de l'eau sur le chlorure, avec régénération de l'acide organique et d'acide chlorhydrique. On pouvait comprendre ainsi que jamais la production d'un chlorure acide n'eut été observée par la simple réaction de l'acide chlorhydrique sur un acide organique. Dans le cas, au contraire, où le chlorure de l'acide organique rencontrerait au moment de sa formation un alcool, il réagirait sur ce dernier avec production d'un éther et d'acide chlorhydrique, et la quantité d'eau due à la transformation de l'acide en chlorure ne serait pas susceptible de décomposer l'éther. D'après ce qu'ont fait voir MM. Berthelot et Péan de Saint-Gilles, une partie au moins de l'éther doit résister à l'action de l'eau.

» Ces deux phases de l'éthérification seraient exprimées, en prenant l'acide acétique comme exemple, par les équations,

$$C^2H^3O.OH + HCl = C^2H^3O.Cl + H^2O$$

et

$$C^2H^3O.Cl + C^2H^5.OH = C^2H^3O.C^2H^5 + HCl.$$

» S'il en était ainsi, on devait pouvoir, en s'emparant de l'eau au moment même de sa formation, isoler les chlorures de radicaux acides. C'est ce que j'ai cherché à faire à l'aide de l'acide phosphorique anhydre, et ce qui m'a pleinement réussi.

» Lorsqu'on mélange de l'acide benzoïque avec un excès d'acide phosphorique anhydre, et que l'on fait passer dans la cornue qui renferme ce mélange de l'acide chlorhydrique sec, en maintenant la paroi de la cornue à la température d'ébullition du chlorure de benzoyle, ou un peu au-dessus, on recueille dans le récipient un liquide qui distille à 198 degrés et qui, après une distillation, est du chlorure de benzoyle pur. Il a l'odeur connue du chlorure de benzoyle ; il tombe dans l'eau et se décompose au bout d'un certain temps en acide benzoïque et en acide chlorhydrique. La quantité obtenue a été de 15 grammes de chlorure pour 20 grammes d'acide benzoïque employé. La réaction indiquée est donc assez nette pour servir de procédé de préparation dans le cas où l'on aurait à craindre la présence dans le chlorure de benzoyle de l'oxychlorure de phosphore, qu'il est

assez difficile, comme on sait, de séparer complétement des chlorures de radicaux acides (1).

» En remplaçant l'acide benzoïque par l'acide acétique, on a obtenu des résultats analogues; seulement la quantité de chlorure recueillie a été moins abondante. Lorsqu'on mélange l'acide acétique avec l'acide phosphorique anhydre, il faut avoir soin de verser ce dernier par petites portions dans l'acide acétique bien refroidi; pour peu que le mélange soit fait trop rapidement, il brunit et se transforme en une masse poisseuse. En opérant avec précaution, on peut, au contraire, avoir un mélange incolore qui, traversé par un courant d'acide chlorhydrique à une température de 60 à 80 degrés, laisse condenser dans des tubes en U, refroidis avec un mélange réfrigérant, un liquide très-volatil. Ce dernier émet d'abord abondamment de l'acide chlorhydrique, puis passe presque entièrement à la distillation entre 50 et 55 degrés. Traité par l'eau, il se comporte comme le chlorure d'acétyle, dont il offre d'ailleurs l'odeur.

» On n'a pas réussi à condenser de chlorure d'acétyle en faisant simplement passer de l'acide chlorhydrique dans de l'acide acétique, vers 80 ou 100 degrés. Il est probable que la petite quantité de chlorure qui peut se former au commencement de la réaction est entraînée par l'acide chlorhydrique qui se dégage.

» Les expériences précédentes me paraissent justifier l'explication donnée plus haut de l'éthérification par l'acide chlorhydrique. Je ne pense pas que l'on puisse admettre que l'acide phosphorique intervienne autrement que pour enlever l'eau. On sait que l'acide phosphorique anhydre n'est pas capable de transformer les acides benzoïque et acétique en leurs anhydrides, mais qu'il peut tout au plus former avec eux des acides conjugués. Ces derniers ne sont pas susceptibles d'être décomposés par l'action de l'acide chlorhydrique, avec formation de chlorures des radicaux acides, comme cela peut arriver pour les anhydrides, ainsi que l'a montré M. Gal. Nous en concluons que l'acide chlorhydrique réagit sur les acides organiques, avec formation d'eau et d'un chlorure de radical acide; mais que cette réaction est limitée dans son effet par la présence même des produits qui se forment, ainsi qu'on l'a montré bien des fois dans ces derniers temps.

(1) M. Békétoff a réalisé, dans des vues différentes, une expérience qui a quelque rapport avec la précédente. Il a obtenu du chlorure de benzoyle en chauffant un mélange d'acide benzoïque, de sel marin et de bisulfate de potasse. (*Bulletin de la Société Chimique*, t. Ier, p. 10; 1859.)

En enlevant à mesure l'un des corps résultant de la réaction, on peut rendre cette dernière complète, car c'est ce qui aurait lieu sans doute si l'acide phosphorique, au bout d'un certain temps, ne réagissait lui-même sur une partie de l'acide, ou au moins la pousser beaucoup plus loin, en engageant le produit décomposable dans une combinaison plus stable, ainsi que cela arrive par la transformation des chlorures de radicaux acides en éthers. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'alcool butylique primaire et normal.* Note de **MM. Ad. Lieben** et **A. Rossi**, présentée par M. Wurtz.

« On connaît actuellement trois alcools butyliques isomères : 1° celui de fermentation (pseudopropylcarbinol), découvert par M. Wurtz, qui est un alcool primaire sans être le véritable homologue de l'alcool éthylique et propylique; 2° l'alcool butylique secondaire (éthylméthylcarbinol), que l'un de nous a obtenu en remplaçant par l'éthyle un atome d'hydrogène d'un composé éthylique, et qui est sans doute identique avec l'alcool, dit hydrate de butylène, préparé par M. de Luynes en faisant réagir l'acide iodhydrique sur l'érythryte; enfin 3° l'alcool butylique tertiaire (triméthylcarbinol) de M. Boutlerow.

» En 1864, M. Schöyen a obtenu, par l'action du chlore sur le diéthyle, un chlorure C^4H^9Cl, qu'il a transformé en alcool. Il paraît cependant n'en avoir obtenu que des traces, puisqu'il n'en indique pas les propriétés et qu'il ne l'a pas analysé. Il s'est contenté de l'oxyder, et a pu préparer ainsi une petite quantité de butyrate de chaux. Ce travail laissait bien entrevoir la formation et l'existence probable de l'alcool butylique normal (propylcarbinol), mais on ne peut guère dire qu'il ait fait connaître ce corps. D'ailleurs, M. Schöyen croyait alors avoir obtenu l'alcool butylique de fermentation.

» En partant de l'acide butyrique, nous avons réussi à préparer l'alcool butylique normal, différent de celui de M. Wurtz. A cet effet, nous avons commencé à préparer l'aldéhyde butyrique par la méthode de Piria et de M. Limpricht, en soumettant à la distillation sèche un mélange de butyrate et de formiate de chaux. En appliquant ensuite la méthode de M. Wurtz, nous avons pu transformer l'aldéhyde en alcool.

» Quant à la préparation de l'aldéhyde butyrique, nous pouvons confirmer en général les indications de Michaelson. Cette aldéhyde bout vers 75 degrés et possède l'odeur suffocante et caractéristique des aldéhydes.

Elle constitue la fraction la plus forte parmi celles qu'on obtient en soumettant le produit brut à la distillation fractionnée. Elle est peu soluble dans l'eau : en effet, elle exige 27 parties d'eau pour s'y dissoudre. La potasse caustique produit une altération qui se manifeste par un changement d'odeur très-sensible. Aussi avons-nous eu soin, dans la transformation de l'aldéhyde en alcool, d'empêcher que la liqueur ne prenne jamais une réaction alcaline.

» Pour effectuer cette transformation, nous avons dissous ou presque dissous l'aldéhyde dans l'eau et nous y avons introduit par petites portions l'amalgame de sodium en même temps que les quantités équivalentes d'acide sulfurique. On soumet enfin à la distillation et l'on sépare dans le liquide distillé une huile complétement insoluble de la solution aqueuse qui contient l'alcool. Cette huile, qui bout à une température élevée, ne se forme dans la réaction qu'en très-petite quantité. On extrait ensuite l'alcool butylique de la solution dans l'eau par une série de distillations successives. On recueille séparément la première fraction, formée de deux couches, dont la supérieure est l'alcool butylique, et l'on soumet la seconde fraction à une nouvelle distillation. Pour séparer plus complétement l'alcool, il convient d'ajouter du carbonate de potasse à chacune des premières fractions obtenues par les distillations successives. L'alcool ainsi préparé, desséché par du carbonate de potasse fondu et ensuite par le sodium, est presque pur, et passe à la première distillation entre 110 et 120 degrés.

» La transformation de l'aldéhyde en alcool butylique se fait avec beaucoup de netteté, de manière qu'en opérant, comme nous l'avons indiqué, on obtient les trois quarts de la quantité théorique. Il n'en est pas tout à fait ainsi de la réaction qui produit l'aldéhyde au moyen de l'acide butyrique. Le rendement en est néanmoins encore assez satisfaisant, de sorte qu'il n'y a aucune difficulté sérieuse à préparer des quantités considérables du nouvel alcool.

» Voici maintenant les propriétés, qui nous autorisent à considérer ce corps comme l'alcool butylique *normal* et primaire, véritable homologue de l'alcool éthylique et propylique et différent des trois alcools isomères qu'on connaît jusqu'à présent.

» Il présente une odeur alcoolique semblable à celle de l'alcool butylique de fermentation; il est plus léger que l'eau et en exige un excès notable pour s'y dissoudre. Son point d'ébullition est à 115 degrés (l'alcool de fermention bout à 109 degrés). Sa composition, établie par l'analyse, est représentée par la formule $C^4H^{10}O$. Le sodium s'y dissout en dégageant

de l'hydrogène et en produisant un alcoolate cristallisé d'une remarquable stabilité à une température élevée. Traité par l'iode et le phosphore amorphe, l'alcool se transforme en un iodure C^4H^9I, qui a été analysé et qui bout à 127 degrés (l'iodure isomérique obtenu par M. Wurtz bout à 121 degrés). Enfin, soumis à l'oxydation par un mélange de bichromate de potasse et d'acide sulfurique, notre alcool a fourni de l'acide butyrique (dont nous avons analysé des sels d'argent), sans aucun autre acide volatil. Nous nous proposons de faire une étude plus approfondie du nouvel alcool et de ses dérivés, notamment aussi du cyanure de butyle, qui nous fournira probablement un nouvel acide valérique.

» En attendant, les considérations suivantes nous paraissent dignes de l'attention des chimistes :

» Les points d'ébullition des alcools isomères s'abaissent à partir de l'alcool butylique normal jusqu'à l'alcool butylique tertiaire :

Alcool normal.	Alcool de fermentation.	Alcool secondraire.	Alcool tertiaire.
$C\begin{cases} CH^2.CH^2.CH^3 \\ H \\ H \\ OH \end{cases}$	$C\begin{cases} CH.(CH^3)^2 \\ H \\ H \\ OH \end{cases}$	$C\begin{cases} CH^2.CH^3 \\ CH^3 \\ H \\ OH \end{cases}$	$C\begin{cases} CH^3 \\ CH^3 \\ CH^3 \\ OH \end{cases}$
Bout à 115 degrés.	à 109 degrés.	à 99 degrés.	à 82 degrés.

» La même observation peut s'appliquer aux dérivés immédiats de ces alcools. Il faut remarquer toutefois que l'aldéhyde butyrique montre un point d'ébullition inférieur de quelques degrés à celui de l'acétone isomère, qu'on obtient par l'oxydation de l'alcool secondaire.

» L'alcool butylique de fermentation a toujours fait exception aux régularités de point d'ébullition, observées dans la série homologue des alcools. Les régularités ressortent clairement de la comparaison des points d'ébullition des alcools éthylique et propylique avec celui du nouvel alcool butylique normal :

Alcool butylique normal.	Alcool propylique normal.	Alcool éthylique.
$C\begin{cases} CH^2.CH^2.CH^3 \\ H \\ H \\ OH \end{cases}$	$C\begin{cases} CH^2.CH^3 \\ H \\ H \\ OH \end{cases}$	$C\begin{cases} CH^3 \\ H \\ H \\ OH \end{cases}$
Bout à 115 degrés.	à 97 degrés.	à 78°,5.

» Quant à l'alcool méthylique, si son point d'ébullition, 66 degrés, se trouve plus rapproché de celui de l'alcool éthylique, qu'on ne s'y atten-

drait, il ne faut pas oublier que cet alcool a une constitution un peu différente de celle de tous ses homologues. C'est le seul alcool dans lequel OH se trouve combiné avec CH^3, tandis que, dans tous les alcools normaux homologues, OH est combiné avec $CH^2.C$.

» La méthode, qui nous a permis de préparer l'alcool butylique normal au moyen de l'acide correspondant est sans doute générale, et l'un de nous présentera prochainement les résultats obtenus, en l'appliquant à la préparation de l'alcool propylique au moyen de l'acide propionique. »

PHYSIQUE. — *Sur la compressibilité des liquides.* Note de **MM. Amaury** et **Descamps**, présentée par M. Jamin.

Dans la séance du 1er juin 1868, nous avons présenté à l'Académie, en collaboration avec M. Jamin, une méthode pour mesurer les coefficients de compressibilité des divers liquides; depuis cette époque, M. Jamin a bien voulu nous confier le soin de continuer ce travail. Nous avons fait un grand nombre de déterminations, dont nous avons l'honneur de soumettre les résultats à l'Académie; la table suivante fait connaître les coefficients de compressibilité par atmosphère :

Eau distillée	à 15	degrés	0,0000457
Alcool	à 0	»	0,0000835
Alcool	à 15	»	0,0000911
Éther	à 0	»	0,000109
Éther	à 14	»	0,000128
Sulfure de carbone	à 14	»	0,0000635
Mercure	à 15	»	0,00000187

Solution de chlorure de potassium renfermant, pour 1000 d'eau,	0	de KCl	0,0000457
»	50	»	0,0000419
»	100	»	0,0000388
»	150	»	0,0000356
»	200	»	0,0000332
»	250	»	0,0000318
»	300	»	0,0000306

» Ces coefficients sont déduits d'expériences dans lesquelles la pression varie de 1 à 10 atmosphères.

» Nous ferons remarquer que le coefficient 0,00000187 trouvé pour le mercure diffère notablement du coefficient 0,00000295 que M. Grassi a

obtenu en se servant de la méthode de M. Regnault, tandis que, pour les autres liquides beaucoup plus compressibles, l'accord le plus complet existe entre les nombres que M. Grassi a publiés et ceux que nous a donnés notre méthode. Cette différence provient de ce que, le coefficient de compressibilité du mercure étant très-petit, la moindre erreur dans la mesure de la correction due au changement de volume du piézomètre a une influence considérable sur le coefficient vrai, tandis que, pour les autres liquides dont la compressibilité est plus grande, cette cause d'erreur se fait moins sentir.

» On sait que la dilatation des liquides va progressivement en augmentant à mesure que leur température s'élève et qu'elle devient sensiblement égale à celle des gaz lorsqu'ils atteignent la température de leur ébullition. Nous avons pensé qu'il en serait de même de leur coefficient de compressibilité, et nous avons installé à ce sujet des expériences très-précises pour l'eau, l'alcool et l'éther. Nous avons mesuré le coefficient de compressibilité à des pressions très-faibles, supérieures de 1 centimètre seulement à la tension maximum de ces liquides: mais nous n'avons reconnu aucun changement dans la valeur des coefficients de compressibilité. »

PHYSIQUE. — *Mesure de la conductibilité électrique des liquides considérés jusqu'à présent comme isolants.* Note de **M. Saïd-Effendi**, présentée par M. Jamin.

« M. Jamin a bien voulu me charger de mettre en pratique une méthode qu'il a imaginée pour électrolyser des liquides peu conducteurs. Les opérations ont été exécutées sous ses yeux et avec sa direction au laboratoire de la Sorbonne. Voici d'abord en quoi consiste la méthode M. Jamin.

» On sait que la quantité d'électricité qui passe à travers un conducteur est proportionnelle à sa conductibilité, à sa section, et en raison inverse de sa longueur. Si donc on diminue cette longueur et qu'on augmente cette section, on peut faire passer un courant, même à travers les substances réputées isolantes. On y réussit, pour les liquides, en superposant deux lames de platine de grandes dimensions, les séparant par une étoffe de laine, de soie ou de verre, les enroulant autour d'un tube, et les plongeant dans un voltamètre après les avoir mises en communication avec les pôles d'une pile. Elles représentent un conducteur qui aurait, pour longueur l, l'épaisseur de l'étoffe qui sépare les lames, et pour section le double, $2S$, de leur surface. Dans nos expériences, l était égal à 1 millimètre environ, $2S$ at-

teignait 195 000 millimètres carrés. En plongeant le rouleau dans un liquide de conductibilité c, la résistance était égale à $\frac{l}{2S}\frac{1}{c}$ ou à $\frac{1}{195000}\frac{1}{c}$. C'est comme si la conductibilité du liquide était devenue environ deux cent mille fois plus grande.

» Grâce à cet artifice les liquides les plus isolants ont été facilement traversés par le courant. Voici les principales circonstances que les expériences ont présentées.

» 1° L'eau distillée pure dégage autant de gaz avec quatre éléments de Bunsen que l'eau acidulée dans un voltamètre ordinaire. C'est donc un électrolyte. Mais elle s'échauffe considérablement, parce qu'une portion des gaz se recombine contre les surfaces de platine. Aussi le volume de ces gaz est-il moindre avec cette eau pure que dans un voltamètre à eau acidulée placé dans le même circuit. A mesure que l'intensité diminue la différence augmente, et quand le courant est faible il n'y a plus dans l'appareil aucune décomposition apparente.

» 2° L'alcool n'a jusqu'à présent offert avec des piles considérables que des traces de décomposition qu'on a pu légitimement attribuer à la présence de matières étrangères : avec notre appareil, quatre éléments suffisent pour dégager des quantités considérables de gaz hydrogène mêlées d'une petite quantité d'oxygène.

» 3° L'essence de térébenthine est beaucoup moins conductrice : il faut huit éléments de Bunsen pour produire une décomposition franche.

» 4° L'huile de pétrole rectifiée se décompose avec une grande facilité. Le gaz qu'on recueille est inflammable et pendant sa combustion il dépose du charbon sur les parois de la cloche qui le contient. Il est probable que le dépôt est dû à la présence de la pétroléine en vapeur dans le gaz dégagé.

» Des recherches ultérieures feront bientôt connaître la composition des produits dégagés pendant ces expériences. Je me suis particulièrement occupé de mesurer la conductibilité de ces divers liquides.

» Je faisais passer le courant dans l'appareil et dans une boussole qui, au premier moment, indiquait une intensité i. Je supprimais ensuite l'appareil et je le remplaçais par des bobines de résistance connue et par un rhéostat dont je faisais varier la longueur jusqu'à reproduire l'intensité i. La résistance du liquide était égale à celle des bobines et du rhéostat.

» Voici les nombres que l'on a obtenus; ils sont inversement proportionnels à la conductibilité des liquides :

Liquides.	Tours de rhéostat.	Conductibilité.
Eau	55	1000
Pétroléine	765	72
Sulfure de carbone	1000	55
Alcool	1130	49
Ether	1375	40
Essence de térébenthine	2380	23
Benzine	3480	16

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *De la fermentation de l'alcool par les microzymas du foie; par* **M. A. Béchamp.**

« Deux publications antérieures à celles-ci (1) ont montré quel genre d'action les *microzyma cretæ* exerçaient sur l'alcool : le terme dominant de la réaction est l'acide caproïque.

» Les microzymas du foie ont quelque ressemblance avec ceux de la craie; j'ai voulu m'assurer que cette ressemblance n'est pas extérieure seulement, mais que sa fonction chimique est du même ordre. Le 5 septembre 1868, j'ai mis en expérience le mélange suivant : alcool absolu, 320 centimètres cubes; pulpe de foie de mouton frais, 40 grammes; eau, 16 litres. Le 21 février 1869, j'ai mis fin à l'expérience. Le produit avait une odeur pénétrante de suif, et une réaction franchement acide. La liqueur a été filtrée, la pulpe du foie a été recueillie et pesée; le liquide filtré a été distillé à siccité, au bain de chlorure de calcium. Les produits de la distillation ont été saturés par le carbonate de soude et rectifiés, pour séparer l'alcool non transformé. Les sels de soude ont été décomposés par l'acide sulfurique étendu de son poids d'eau : la couche d'acides gras obtenue a fourni 15 grammes d'acide caproïque, passant de 200 à 210 degrés. La quantité des autres acides était insignifiante vis-à-vis de celle de l'acide caproïque.

» L'acide caproïque provenait de l'alcool, car je n'ai plus retrouvé que 240 centimètres cubes d'alcool absolu non transformé : 80 centimètres cubes avaient disparu; le poids du foie frais pesait, séché à 100 degrés, $8^{gr},25$, et j'en ai retiré, après la fermentation, aussi desséché à 100 degrés, $4^{gr},75$.

» L'alcool non transformé avait l'odeur désagréable du produit de la réaction; il m'a paru qu'il contenait une certaine quantité des alcools su-

(1) *Comptes rendus*, t. LXVII, p. 558.

périeurs, dont j'ai signalé l'existence dans les produits de la fermentation de l'alcool par les *microzyma cretæ*.

» L'analogie avec ce qui se passe dans la fermentation de l'alcool par la craie serait donc complète, si la lenteur de la réaction m'avait permis de constater la nature des gaz dégagés. Quoi qu'il en soit, ce sont bien les microzymas du foie qui ont été les agents de la transformation; en effet, l'examen microscopique du foie résidu, après environ six mois de contact avec l'alcool étendu, n'y a laissé surtout apercevoir que les microzymas normaux, aussi mobiles que dans le foie frais, et identiques de forme. En même temps que ces microzymas, il y avait trois à quatre petites bactéries pour près de cent microzymas; mais nous avons fait voir, M. Estor et moi, que ces bactéries sont elles-mêmes le résultat de l'évolution des microzymas normaux. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Note sur la toluylène-diamine; par* **M. G. Koch.**

« M. A.-W. Hofmann a signalé, parmi les produits secondaires de la fabrication de l'aniline commerciale, la présence d'une certaine quantité de toluylène-diamine, $C^7H^{10}Az^2$. Ayant eu à ma disposition une proportion assez notable de ce produit, provenant de la fabrique de M. Coupier, à Poissy, j'ai entrepris l'étude des dérivés de cette base. La présente Note résume les premiers résultats auxquels je suis parvenu.

» La toluylène-diamine employée dans ces expériences a été purifiée par des cristallisations répétées dans l'eau. Elle se présente sous forme de belles et grandes aiguilles prismatiques striées.

» Son analyse a donné les résultats suivants :

Matière : 0,302; acide carbonique : 0,7675; eau : 0,229.

		Calcul.	Expérience.
C^7	84	68,85	69,31
H^{10}	10	8,20	8,43
Az^2	28	22,95	»
	122		

» 1° *Dérivés acétiques.* — La toluylène-diamine est énergiquement attaquée par l'anhydride acétique employé dans la proportion de 2 équivalents pour 1 équivalent de produit. Elle se dissout avec élévation de température, et le liquide se prend en masse par le refroidissement.

» La substance nouvelle est facilement purifiée par des cristallisations dans l'eau, qui la dissout à l'ébullition et l'abandonne par refroidissement

sous forme de houppes arrondies formées de fines aiguilles blanches et nacrées.

» Soumis à l'analyse, l'acétotoluylène-diamine a donné les nombres suivants :

I. Matière : 0,291; acide carbonique : 0,681; eau : 0,176.

II. Matière : 0,470; soude normale à 1 équivalent par litre, saturée à la saponification : $4^{cc},5$.

» Ces nombres, traduits en centièmes, conduisent à la formule

$$C^7H^8(C^2H^3O)^2Az^2.$$

			Diacétotoluylène-diamine. I.	II.
C^{11}	132	64,07	63,88	»
H^{14}	14	6,80	6,72	»
O^2	32	15,53	»	»
Az^2	28	13,60	»	»
	206	100,00		
$(C^2H^3O)^2$	86	41,65	»	41,2

» Quel que soit l'excès d'anhydride employé et en portant la température à 200 degrés, on n'obtient pas de dérivé acétique plus élevé, ce qui tend à prouver que les 4 atomes d'hydrogène disponibles dans la formule

$$\left.\begin{matrix} C^7H^6 \\ H^2 \\ H^2 \end{matrix}\right\} Az^2$$

n'ont pas la même valeur.

» En chauffant à 150 degrés la diacétotoluylène-diamine, avec une quantité de soude normale exactement suffisante pour saturer 1 atome d'acétyle, on obtient un dérivé plus soluble que le premier, distinct par ses caractères de la diacétotoluylène-diamine, et qui paraît être la monoacétotoluylène-diamine; en effet, elle a donné des nombres (C. H.) assez voisins de ceux exigés par la théorie.

» L'acétotoluylène-diamine, en solution aqueuse chaude, est facilement attaquée par le brome; il se précipite immédiatement de fines aiguilles cristallines, très-peu solubles, même à chaud, et que l'on peut facilement purifier par cristallisation dans l'eau ou l'alcool. Le produit bromé ainsi obtenu est blanc, cristallisé en fines aiguilles non groupées en houppes. Il a donné à l'analyse :

Matière : 0,395; Bromure d'argent : 0,265,

nombres qui, traduit en centièmes, donnent

Br pour 100 28,54

La théorie pour la formule

$C^7H^7Br(C^2H^3O)^2Az^2$ exige 28,09

» Il était intéressant de chercher à décomposer ce produit par la potasse pour enlever l'acétyle et former ainsi la toluylène-diamine bromée, difficile à préparer directement avec le brome et la toluylène-diamine.

» L'acétotoluylène-diamine monobromée, chauffée à 120 degrés avec un excès d'une lessive de potasse pendant quelques heures, se convertit en un produit fusible au-dessous de 100 degrés, cristallisant par le refroidissement, assez soluble dans l'eau chaude, et se séparant de sa solution en paillettes cristallines nacrées, semblables à de la naphtaline. Ce corps a fourni à l'analyse les nombres suivants :

I.	Matière : 0,252 ;	Bromure d'argent :	0,1935
II.	» 0,321 ;	» »	0,239

nombres qui conduisent à la formule

$C^7H^8Br(C^2H^3O)Az^2$, mono-acétotoluylène monobromée :

			I.	II.
C^9	108	44,45	»	»
H^{11}	11	4,52	»	»
Br	80	32,92	32,68	31,68
Az^2	28	11,52	»	»
O	16	6,59	»	»
	243			

» En insistant davantage sur l'action de la potasse, on obtient un produit très-voisin du premier par les caractères et difficile à en séparer; ce corps a donné à l'analyse :

I.	Matière : 0,344,	Acide carbonique : 0,520,	Eau : 0,142,
II.	» 0,368,	Brômure d'argent : 0,315;	
III.	» 0,2455,	» » 0,219,	

nombres qui, traduits en centièmes, donnent

	I.	II.	III.
Carbone	41,23	»	»
Hydrogène	4,59	»	»
Brome	»	36,4	37,9

et se rapprochent beaucoup de ceux de la formule

$C^7H^9BrAz^2$, toluylène-diamine monobromée :

C^7	84	41,99
H^9	9	4,48
Br	80	39,80
Az^2	28	»
	201	

» On sait, par les belles recherches de M. Rosensthiehl, que la toluidine liquide de M. Coupier est un mélange de toluidine cristallisable et de pseudotoluidine liquide; il était intéressant de vérifier si les dérivés acétiques de ces deux corps régénèrent les bases primitives sous l'influence de la potasse, ou donnent une seule et même base.

» La toluidine liquide commerciale étant transformée en acétoluide et celui-ci étant chauffé à 130 degrés avec un excès de potasse donne une base qui cristallise presque en entier. Ce résultat m'avait fait penser, d'abord, que l'acétopseudotoluide saponifiée se convertirait en toluidine ordinaire cristallisée. Ayant eu à ma disposition quelques grammes de pseudotoluidine pure préparée par M. Rosensthiehl lui-même, j'ai pu la convertir en dérivé acétique, et soumettre celui-ci à l'action d'une lessive de potasse à 130 degrés. Dans ces conditions je n'ai obtenu qu'une base liquide identique avec la pseudotoluidine. L'isomérie des deux corps se maintient donc lorsqu'on les régénère de leurs dérivés acétiques.

» Ces expériences ont été faites au Laboratoire de Chimie de la Sorbonne, sous la direction de M. Schützenberger. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur l'inuline et ses dérivés acétiques;* *par* **MM. Ferrouillat** *et* **Savigny.**

« M. Schützenberger ayant observé dans l'étude des dérivés acétiques de l'inuline quelques faits anormaux, nous a prié de reprendre cette question. Il ressort de nos expériences, comme on le verra dans la suite, que les inulines de différentes provenances, et notamment les inulines de dahlia (*Georgina purpurea*) et d'aunée (*Inula Helenium*), ne se comportent pas de la même manière, quand on les soumet dans les mêmes conditions à l'action de l'anhydride acétique.

» Les produits employés ont été préparés en faisant bouillir la pulpe de dahlia ou la racine d'aunée pendant une heure. Le liquide filtré a été préci-

pité par l'acétate neutre de plomb, qui sépare une matière gommeuse. Filtré de nouveau et débarrassé du petit excès de plomb par un courant d'hydrogène sulfuré, il a été concentré à consistance convenable et abandonné à lui-même. Le dépôt d'inuline placé sur un filtre, lavé à l'eau, puis à l'alcool, a été séché à une douce température. Il se présentait alors sous forme d'une masse blanche, légère, offrant tous les caractères de pureté désirables.

» L'inuline de dahlia a accusé un pouvoir rotatoire de $\alpha = -26°$ comme l'avait indiqué M. Bouchardat : l'inuline d'aunée, au contraire, nous a donné un pouvoir rotatoire égal à $\alpha = -32°,8$. (Moyenne de trois déterminations concordantes.)

» *Première expérience.* — Nous avons chauffé à l'ébullition pendant un quart d'heure un mélange de 1 partie d'inuline (dahlia et aunée), 1 partie d'anhydride acétique et 2 parties d'acide acétique cristallisable. Le produit se dissout en passant par l'état gommeux; le liquide obtenu ne précipite pas par l'eau; mais en y versant de l'éther il donne lieu à un dépôt pâteux, semi-fluide, jaune clair et amorphe, qui, lavé à l'éther jusqu'à élimination complète de l'acide acétique libre et séché à 100 degrés, se présente sous forme d'une masse solide, amorphe, jaune clair, très-soluble dans l'eau, d'une saveur amère, soluble dans l'alcool et insoluble dans l'éther. Ce dérivé acétique, qui est le premier terme que nous ayons pu obtenir, a fourni, à la saponification, 29 à 30 pour 100 d'acétyle pour les deux inulines. Ces nombres correspondent à $1\frac{1}{2}$ atome d'acétyle pour la formule $G^6H^{10}O^5$ et conduisent à doubler la formule de l'inuline, qui devient $G^{12}H^{20}O^{10}$, celle du dérivé acétique étant alors $G^{12}H^{17}(\text{acétyle})^3O^{10}$.

» Le dérivé de l'inuline de dahlia a un pouvoir rotatoire égal à $\alpha = -20°$: la diminution de 6 degrés s'explique par l'introduction de 30 pour 100 d'acétyle dans la molécule.

» Le dérivé isomère de l'inuline d'aunée possède au contraire un pouvoir rotatoire égal à $\alpha = -32°$

» *Deuxième expérience.* — Nous avons chauffé dans un ballon ouvert 1 partie d'inuline (dahlia et aunée) et 2 parties d'anhydride acétique pendant un quart d'heure à l'ébullition. La dissolution obtenue ne précipite ni par l'eau ni par l'éther; additionnée d'un peu d'eau évaporée au bain-marie jusqu'à éliminition complète de l'acide acétique, elle laisse un résidu foncé en couleur, insoluble dans l'eau pure, soluble dans l'alcool et l'eau chargée d'acide acétique. La solution alcoolique, décolorée par le noir animal, et évaporée à sec, donne le dérivé acétique pur sous forme amorphe, jaunâtre, qui séché à 110 degrés a donné :

» Pour l'inuline d'aunée : 40 pour 100 d'acétyle (moyenne de quatre déterminations concordantes faites avec des produits différents), et carbone = 47,55, hydrogène = 5,91 : ces nombres conduisent au dérivé pentacétique $C^{12}H^{15}$(acétyle)$^5 O^{10}$; la théorie exige : carbone = 47,56; hydrogène 5,61; acétyle 40,2; le pouvoir rotatoire de cette substance a été trouvé égal à $\alpha = -25^\circ$ (moyenne de deux déterminations ayant donné − 24 et − 26 degrés);

» Pour l'inuline de dahlia : 34 pour 100 d'acétyle (moyenne de cinq déterminations concordantes), nombre qui correspond à un dérivé tétracétique pour la formule $C^{12}H^{16}$(acétyle)$^4 O^{10}$; théorie 34,9. Le pouvoir rotatoire a été trouvé $\alpha = -14^\circ$, ce qui correspond à l'introduction dans la formule de 35 pour 100 d'acétyle.

» *Troisième expérience.* — Une partie d'inuline (dahlia et aunée) a été chauffée avec 3 parties d'anhydride acétique à l'ébullition pendant une demiheure. La dissolution, traitée comme dans la deuxième expérience, a donné des produits insolubles dans l'eau, solubles dans l'alcool, déviant faiblement à droite pour l'inuline d'aunée et doués d'un pouvoir rotatoire dextrogyre beaucoup plus marqué pour l'inuline de dahlia.

» Le dérivé de l'aunée a fourni à la saponification 48 pour 100 d'acétyle ce qui correspond à un dérivé heptacétique $C^{12}H^{13}$ (acétyle)$^7 O^{10}$ théorie : 48,7.

» Le dérivé correspondant de l'inuline de dahlia n'a fourni que 44,8 d'acétyle, ce qui conduit à un dérivé triacétique pour la formule simple $C^6 H^{10} O^5$ et hexacétique pour la formule double $C^{12}H^{20} O^{10}$.

» Nous avons également obtenu avec l'inuline d'aunée, en opérant à peu près dans les mêmes conditions, un produit immédiatement précipitable par l'eau et qui, à la saponification, a donné une quantité d'acétyle très-rapprochée de celle du dérivé octacétique. Ces résultats conduiraient à faire attribuer à l'inuline d'aunée la formule $C^{12} H^{22} O^{11}$, qui serait celle du sucre de canne, l'inuline de dahlia étant $C^{12}H^{20} O^{10}$.

» *Quatrième expérience.* — L'inuline de dahlia chauffée en vase clos à 160 degrés avec 2 à 3 parties d'anhydride acétique subit à cette température une déshydratation partielle. En effet elle a fourni dans ces circonstances deux dérivés acétiques : l'un soluble dans l'eau, doué d'un pouvoir rotatoire dextrogyre $\alpha = +55^\circ$; l'autre insoluble dans l'eau, doué d'un pouvoir rotatoire $\alpha = +35^\circ,5$. Ces deux corps n'accusent, à la saponification, que 35 pour 100 d'acétyle; ils sont par conséquent tétracétiques.

Le produit insoluble, saponifié avec la soude, donne une masse résineuse déjà signalée par M. Schützenberger, insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool, dextrogyre, qui a fourni à l'analyse : carbone = 49,29; hydrogène = 5,59, nombres correspondants à la formule $C^{12}H^{16}O^{8}$; théorie : carbone = 50; hydrogène = 5,55. C'est celle de l'inuline moins 2 molécules d'eau. L'inuline d'aunée ne fournit dans les mêmes circonstances qu'une masse ulmique noire et un sirop dextrogyre peu abondant que nous n'avons pas étudiés.

» Les différences observées avec ces deux inulines sont, comme on le voit, caractéristiques, puisqu'elles reposent sur la composition même des dérivés acétiques que l'on peut obtenir avec l'un et l'autre corps.

» Dans un prochain Mémoire nous chercherons à rendre compte des causes de ces différences.

» Ce travail a été fait au Laboratoire de la Sorbonne sous la direction de M. Schützenberger. »

SÉRICICULTURE. — *Résultats d'une expérience de sériciculture, faite conformément à la méthode de M. Pasteur.* Extrait d'un Rapport fait par **M. Guisquet** à M. le Ministre de l'Agriculture, du Commerce et des Travaux publics.

« ... M. Vidal se rendit, en 1868, à Perpignan, où la méthode de M. Pasteur avait été mise en pratique avec succès par les soins de la Société d'Agriculture de cette ville; il acheta les cocons d'un chambrée bien réussie, mais atteinte de la pébrine.

» Les cocons furent apportés, avec les soins nécessaires, à Saint-Ambroix, et l'on procéda à un grainage cellulaire, dans les conditions suivantes. On mit à part cinq catégories de graines : la première fut composée de la réunion des pontes de tous les couples de papillons qui n'offraient pas les corpuscules de la pébrine; la deuxième, des couples qui offraient de un à six corpuscules par champ du microscope; la troisième, des couples qui offraient de six à trente corpuscules par champ; la quatrième, des couples qui offraient de trente à deux cents corpuscules par champ; enfin la cinquième était composée des couples offrant de deux cents à deux mille ou trois mille corpuscules par champ.

» Ces cinq catégories de graine, ayant pour origine une même famille de vers à soie, ont été élevées cette année à Saint-Ambroix, sous ma surveillance, par les soins d'un magnanier expérimenté. De la première catégorie, on

éleva une once de 25 grammes; de chacune des quatre autres, 9 grammes. Voici quel a été le résultat de ces cinq éducations.

» L'once de graine jugée pure a produit 47 kilogrammes de cocons, et l'éducation n'a rien laissé à désirer dans sa marche. Les autres catégories, rangées par ordre d'infection croissante, ont fourni les résultats suivants : la première a donné 12 kilogrammes de cocons, soit 33 kilogrammes à l'once; la deuxième catégorie a produit 6 kilogrammes, soit 17 kilogrammes à l'once environ : une foule de vers étaient pébrinés; la troisième catégorie a donné lieu à une mortalité considérable, et a produit seulement 650 grammes de cocons, soit 2 kilogrammes à l'once environ; enfin la dernière catégorie n'a pu arriver jusqu'à la quatrième mue : l'éducation avait l'aspect d'un véritable fumier.

» Cette éducation a été visitée à Saint-Ambroix par un grand nombre de personnes, sur lesquelles elle a produit une vive impression. Dans l'intérêt de la vérité, j'ai cru devoir faire connaître ces résultats, en reportant à qui de droit le mérite de cette nouvelle et heureuse application de la science. »

« GÉOMÉTRIE PRATIQUE. — **M. Bertrand** présente à l'Académie, de la part de *M. F. de Lanneau,* capitaine de frégate, un instrument destiné à tracer une ellipse d'un mouvement continu.

» Le principe, fort simple, de cet instrument consiste à contraindre deux points d'une ligne droite à suivre deux droites rectangulaires; un troisième point, qui porte le crayon ou le tireligne, décrira, comme on sait, une ellipse. Une disposition très-simple permet, au moyen de deux vis de pression, de fixer l'appareil dans la position à laquelle correspond une ellipse de dimensions données; et l'on peut ainsi, avec le même appareil, tracer très-nettement une ligne droite ou un cercle, en passant par tous les degrés intermédiaires d'ellipticité.

» Il existe, l'Académie ne l'ignore pas, un grand nombre d'instruments destinés au même usage; celui de M. de Lanneau doit être compté parmi les plus simples et les plus commodes. Construit par l'inventeur pendant les loisirs d'une traversée et avec l'aide des ouvriers du bord, il n'a peut-être pas toute la perfection que lui donnerait une exécution plus soignée; mais le modèle mis sous les yeux de l'Académie fonctionne cependant avec autant de promptitude que de netteté. »

M. **Laborde** adresse à l'Académie la description d'un « phosphoroscope électrique ». Cet appareil, fondé sur le même principe que le phosphoroscope de M. Edm. Becquerel, se compose essentiellement d'une bobine de Ruhmkorff, dont l'étincelle induite éclaire l'objet phosphorescent, et d'une règle tournante dont l'une des extrémités cache l'objet pendant qu'il est éclairé, et le découvre aussitôt après. Une disposition spéciale rend également cet appareil propre à l'étude de la phosphorescence due au choc ou au frottement. L'auteur énumère les résultats qu'il a déjà pu observer avec diverses substances.

M. **Méhais** adresse une suite à ses « Études sur la betterave à sucre ». Cette seconde partie (1) est spécialement destinée à l'appréciation quantitative de la qualité des racines au point de vue de la race. L'auteur s'est proposé de faciliter le choix des porte-graines, afin d'arriver à la solution du problème de la sélection dans les conditions où il l'a posée précédemment, savoir : « Trouver la race de betteraves capable de procurer, avec le moins de frais possible, le maximum de sucre extractible sur un hectare d'une terre donnée ».

M. P. **Verdeil** adresse une Note relative à la transformation d'un mouvement rectiligne en mouvement rotatoire, et à la transformation réciproque.

M. **Noirot** adresse la description d'un « trigonomètre » de son invention.

A 5 heures et demie, l'Académie se forme en comité secret.

---

(1) Voir *Comptes rendus*, 1868, t. LXVI, p. 556.

COMITÉ SECRET.

La Section de Géographie et Navigation présente, par l'organe de son doyen **M. de Tessan**, la liste suivante de candidats à la place de Correspondant vacante dans son sein par suite du décès de *M. Givry:*

En première ligne. . . . **M. Rémi Chazallon**, à Desaigne (Ardèche).

En deuxième ligne et par ordre alphabétique . . { **M. Alexandre Cialdi**, à Rome. **M. Benjamin Apthorp Gould**, à Washington.

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 6 heures un quart. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 21 juin 1869, les ouvrages dont les titres suivent :

On... *Sur le* Dinornis, 11e partie, *contenant une description des téguments de la plante du pied et des tendons d'un des doigts; par* M. le prof. OWEN. Sans lieu ni date; br. in-4° avec planches.

Memoir... *Mémoire sur feu James David Forbes, lu à la Société géologique d'Édimbourg le* 21 *janvier* 1869; *par* M. A. GEIKIE. Édimbourg, 1869; br. in-8°.

Proceedings... *Procès-verbaux de la Société royale d'Édimbourg,* t. VI, n° 78. Édimbourg, 1869; in-8°.

Uber... *Sur l'appareil vénéneux des serpents, particulièrement dans l'espèce* Callophis (Gray); *par* M. A. BERNHARD MEYER. Berlin, 1869; br. in-12 avec photographie. (3 exemplaires.)

Die... *Les angio-névroses; par* MM. A. EULENBURG *et* L. LANDOIS. Sans lieu ni date; br. in-8°.

Om... *Sur les météorites tombées près Hessle le 1er janvier 1869; par* M. K.-A. FREDHOLM. Upsal, 1869; br. in-8°. (Présenté par M. Daubrée.)

Ueber... *De la position correcte et de la théorie de la zone des calmes sur les continents; par* M. A. MÜHRY. Vienne, 1869; br. in-8°.

Gedächtnissrede... *Éloge historique d'Alexandre de Nordmann, prononcé à la séance de la Société des Sciences de Finlande* le 29 avril 1867; *par* M. E.-A. HJELT. Helsingfors, 1868; br. in-8°.

Förteckning... *Catalogue de la bibliothèque de la Société des Sciences de Finlande*, 1862. Helsingfors, 1862; br. in-8°.

Ofversigt... *Résumé des travaux de la Société des Sciences de Finlande*, t. IV, 1856-1857. Helsingfors, 1857; br. in-4°.

Ofversigt... *Comptes rendus des travaux de la Société des Sciences de Finlande*, 1857 *à* 1868, t. V à X. Helsingfors, 1863 à 1868; 6 vol. in-8°.

Bidrag... *Travaux de la Société des Sciences de Finlande: Etnographie et Statistique*, 1857 *à* 1864, t. I *à* X. Helsingfors, 1857 à 1864; 10 vol. in-8°.

Verhandlungen... *Transactions de la Société impériale minéralogique russe de Saint-Pétersbourg*, 2e série, t. III. Saint-Pétersbourg, 1868; in-8°.

Materialien... *Matériaux pour la minéralogie de la Russie*, feuilles 13 à 24 (fin de la 5e livraison). Saint-Pétersbourg, 1869; in-8°.

Flora Virgiliana... *Mémoire sur les plantes mentionnées par Virgile: opinion exposée, discutée et nouvellement présentée par* M. C. BUBANI. Bagnacavallo, 1868; br. in-8°. (Pour la bibliothèque Delessert.)

Sovra... *Sur une anomalie observée dans les nerfs optiques d'un poisson; par* M. Fr. CORTESE. Venise, 1868; in-4°. (Présenté par M. le Baron Larrey.)

Considerazioni... *Considérations sur une Note de M. Rayet relativement à l'aurore boréale du* 15 *avril* 1869; *par* M. R. DRAGO. Gênes, 1869; br. in-8°.

L'Académie a reçu, dans la séance du 28 juin 1869, les ouvrages dont les titres suivent :

Description des machines et procédés pour lesquels des brevets d'invention ont été pris sous le régime de la loi du 5 juillet 1844, publiée par les ordres de M. le Ministre de l'Agriculture, du Commerce et des Travaux publics, t. LXVI. Paris, 1869; in-4° avec planches.

Étude sur la trépanation du crâne dans les lésions traumatiques de la tête, lue à la Société impériale de Chirurgie le 24 avril et le 1er mai 1867; par M. H. Baron LARREY. Paris, 1869; in-8°.

Cours de Physique professé à l'École Polytechnique; par M. É. VERDET, *publié par* M. É. FERNET, t. II (t. III des Œuvres complètes). Paris, 1869; 1 vol. in-8° avec figures. (Présenté par M. Dumas.)

Théorie mécanique de la chaleur; par M. Ch. BRIOT. Paris, 1869; 1 vol. in-8°.

Extrait des observations préliminaires du système géométrique des concaves et des convexes. Alexandrie, 1869; br. in-8°.

Énumération des substances fournies à la médecine et à la pharmacie par l'ancien groupe des térébinthacées; par M. L. MARCHAND. Paris, 1869; br. in-8°.

Histoire de l'ancien groupe des térébinthacées; par M. L. MARCHAND. Paris, 1869; br. in-8°.

Révision du groupe des anacardiacées; par M. L. MARCHAND. Paris, 1869; br. in-8°.

(Ces trois ouvrages sont présentés par M. Brongniart.)

Dermatologie hippique, ou Traité de l'organisation et des maladies de la peau du cheval; par M. J.-P. MÉGNIN. Paris, 1868; in-8°. (2 exemplaires.)

Formation et marche des orages : discussion; par M. le professeur SCOUTETTEN. Metz, 1869; br. in-8°.

Solution génerale du problème de la photographie des couleurs; par M. Ch. CROS. Paris, 1869; br. in-8°.

Bulletin de la Société médicale d'Émulation de Paris, t. II, 2e fascicule. Paris, 1869; in-8°.

Bulletin de la Société botanique de France, t. XV, 1868; *comptes rendus des séances*, n° 2. Paris, 1869; in-8°.

Annales et archives de l'industrie au XIXe *siècle; par* M. E. LACROIX, fascicules 40 et 41, 15 juin 1869. Paris, 1869; in-8°.

Address... *Discours prononcé à la réunion anniversaire de la Société royale géographique de Londres, du 24 mai 1869; par* le Président sir Roderick IMPEY MURCHISON. Londres, 1868; in-8°.

The... *Journal de la Société royale de Dublin*, n° 37. Dublin, 1868; in-8°.

The... *Almanach nautique et Éphémérides astronomiques pour l'année*

1872, etc., *publiées par ordre des lords Commissaires de l'Amirauté.* Londres, 1868; in-8°.

Notes... *Notes sur les principes de mathématiques pures et appliquées, et application des principes mathématiques aux théories des forces physiques; par* M. J. CHALLIS. Cambridge, 1869; in-8° relié.

Sulla... *Sur la Lettre de Pierre Pelerin de Maricourt et sur quelques découvertes et quelques théories mathématiques du* XIII[e] *siècle*, 2[e] Mémoire du P. T. BERTELLI. Rome, 1868; in-4° avec planches.

Observationes... *Observations relatives aux* Pezizæ *de Finlande; par* M. W. NYLANDER. Helsingfors, 1868; in-8°. (Présenté par M. Brongniart.)

PUBLICATIONS PÉRIODIQUES REÇUES PAR L'ACADÉMIE PENDANT LE MOIS DE JUIN 1869.

Annales de l'Agriculture française; 15 et 30 avril 1869; in-8°.

Annales de la Société d'Hydrologie médicale de Paris; 7[e] livraison, 1869; in-8°.

Annales des Conducteurs des Ponts et Chaussées; avril 1869; in-8°.

Annales du Génie civil; juin 1869; in-8°.

Bibliothèque universelle et Revue suisse. Genève, n[os] 137 et 138, 1869; in-8°.

Bulletin de l'Académie impériale de Médecine; n[os] des 31 mai et 15 juin 1869; in-8°.

Bulletin de l'Académie royale de Médecine de Belgique, n[os] 3 à 5, 1869; in-8°.

Bulletin de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique; n° 5, 1869; in-8°.

Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale; avril 1869; in-4°.

Bulletin de la Société de Géographie; mai 1869; in-8°.

Bulletin de la Société française de Photographie; mai 1869; in-8°.

Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse; avril et mai 1869; in-8°.

Bulletin de la Société Philomathique; janvier à mars 1869; in-8°.

Bulletin des séances de la Société impériale et centrale d'Agriculture de France; n° 4, 1869; in-8°.

Bulletin de Statistique municipale, publié par les ordres de M. le Baron HAUSSMANN ; janvier et février 1869; in-4°.

Bulletin général de Thérapeutique; 15 juin 1869; in-8°.

Bulletin hebdomadaire de l'Agriculture; n^{os} 23 à 26, 1869; in-8°.

Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze matematiche et fisiche; janvier 1869; in-4°.

Bullettino meteorologico dell' Osservatorio del R. Collegio Carlo Alberto; n° 4, 1869; in-4°.

Bullettino meteorologico dell' Osservatorio di Palermo, n^{os} 1 à 3; 1869; in-4°.

Bullettino meteorologico del R. Osservatorio del Collegio Romano; n° 5, 1869; in-4°.

Catalogue des Brevets d'invention; n° 11, 1869; in-8°.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences; n^{os} 23 à 25, 1er semestre 1869; in-4°.

Cosmos; n^{os} des 5, 12, 19, 26 juin 1869; in-8°.

Gazette des Hôpitaux; n^{os} 63 à 74, 1869; in-4°.

Gazette médicale de Paris; n^{os} 23 à 26, 1869; in-4°.

Il Nuovo Cimento... *Journal de Physique, de Chimie et d'Histoire naturelle*, mai 1869; in-8°.

Journal d'Agriculture pratique; n^{os} 22 à 25, 1869; in-8°.

Journal de Chimie médicale, de Pharmacie et de Toxicologie; juin 1869; in-8°.

Journal de l'Agriculture, n^{os} 70 et 71, 1869; in-8°.

Journal de l'Éclairage au Gaz; n^{os} 5 et 6, 1869; in-4°.

Journal de Mathématiques pures et appliquées; mai 1869; in-4°.

Journal de Médecine de l'Ouest; 31 mai 1869; in-8°.

Journal de Pharmacie et de Chimie; juin 1869; in-8°.

Journal des Connaissances médicales et pharmaceutiques; n^{os} 16 et 17, 1869; in-8°.

Journal des Fabricants de Sucre; 10^{e} année, n^{os} 8 à 11, 1869; in-fol.

Kaiserliche... *Académie impériale des Sciences de Vienne;* n^{os} 12 à 14, 1869; in-8°.

L'Abeille médicale; n^{os} 23 à 26, 1869; in-4°.

L'Aéronaute; juin 1869; in-8°.

L'Art dentaire; juin 1869; in-8°.

L'Art médical; juin 1869; in-8°.

Le Moniteur de la Photographie; nos 6 et 7, 1869; in-4°.

Les Mondes; nos des 3, 10, 17, 24 juin 1869; in-8°.

Le Sud médical; nos 11 et 12, 1869; in-8°.

L'Imprimerie; n° 64, 1869; in-4°.

Marseille médical, n° 6, 1869; in-8°.

Monatsbericht... *Compte rendu mensuel des séances de l'Académie royale des Sciences de Prusse;* mars 1869; in-8°.

Montpellier médical... Journal mensuel de Médecine; juin 1869; in-8°.

Nouvelles Annales de Mathématiques; juin 1869; in-8°.

Nouvelles météorologiques, publiées par la Société météorologique; n° 6, 1869; in-8°.

Revue des Cours scientifiques; nos 27 à 30, 1869; in-4°.

Revue des Eaux et Forêts; juin 1869; in-8°.

Revue de Thérapeutique médico-chirurgicale; nos 11 et 12, 1869; in-8°.

Revue hebdomadaire de Chimie scientifique et industrielle; nos 30 à 33, 1869; in-8°.

Revue maritime et coloniale; juin 1869; in-8°.

Revue médicale de Toulouse; juin 1869; in-8°.

Società reale di Napoli. Rendiconto dell' Accademia delle Scienze fisiche e matematiche; fascicules 3 et 4, 1869; in-4°.

The Quarterly Journal of the Geological Society; t. XV, n° 98, 1869; in-8°.

The Scientific Review; n° 6, 1869; in-4°.

ERRATA.

(Séance du 21 juin 1869.)

Page 1435, ligne 1, *au lieu de* que M. Strecker a retirée du foie, *lisez* que M. Strecker a retirée de la bile de porc.

Page 1436, ligne 7, *au lieu de* Du glycol chlorhydrique, *lisez* De l'amylglycol chlorhydrique.

Page 1482, lignes 5 et 6, *au lieu de* dinitrocomène, dinitrocymène, hydrure forméniques; par M. Romier, *lisez* dinitrocumène, dinitrocymène, hydrures forméniques; par M. Rommier.

FIN DU TOME SOIXANTE-HUITIÈME.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

TABLES ALPHABÉTIQUES.

JANVIER — JUIN 1869.

TABLE DES MATIÈRES DU TOME LXVIII.

A

B

C

D

E

F

G

H

I

L

M

N

O

P

PRIX DÉCERNÉS (Année 1869).

SCIENCES MATHÉMATIQUES.

PRIX PROPOSÉS.

SCIENCES MATHÉMATIQUES.

A décerner en 1869.

Q

R

S

T

V

Z

TABLE DES AUTEURS.

A

B

C

D

E

F

G

H

I

J

K

L

M

N

Q

R

S

T

U

V

W

N. B. — Dans quelques exemplaires du numéro du 10 mai, la première feuille porte dans le texte (non dans la table) une fausse pagination, laquelle, de 1058 à 1068, a été indiquée à tort 1158... 1168.

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.
Paris. — Rue de Seine-Saint-Germain, 10, près l'Institut.